# 4 Предлагаемое научно-техническое решение

В своей статье автор утверждает что пороговое значение Threshold используемое при погружения битов ЦВЗ было подобрано экспериментально, при этом конкретные значения Threshold для каждого изображения в статье не приводится. Автором лишь сказано что параметр подбирался для каждого пары изображений (покрывающего и погружаемого) отдельно, так чтобы параметры качества удовлетворяли следующим значениям:

Таблица

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр качества | Значение |
| NC | > 0.8 |
| SSIM | >0.99 |
| PSNR | >45 |

Предлагаемое техническое решение содержит ряд улучшений рассмотренного алгоритма DDFA. В основе решения лежит методика кооперационной гибридной оптимизации, где два разных алгоритма выполняют две разные задачи:

\* Поиск оптимального значения Threshold будет осуществляться с использованиям алгоритма Светлячка.

\* Выбора оптимальных блоков для встраивания ЦВЗ будет осуществляться при помощи Генетического алгоритма.

## 4.1 Описание этапов работы алгоритма

### 4.1.1 Этап 0. Предварительная обработка изображения

На первом этапе файл с черно-белым изображением размером 512х512 пикселей преобразуется в матрицу (двумерный массив) размером 512х512, где каждый её элемент представлен в виде целочисленного значения от до 0 до 255 (яркость белого цвета). Далее эта матрица разбивается на блоки размером 8х8 и укладывается в массив длинной 4096.

Таблица

|  |  |
| --- | --- |
| Исходный размер покрывающего изображения | 512 х 512 |
| Количество каналов покрывающего изображения | 1 (черно/белое) |
| Размер матрицы покрывающего изображения | 512 х 512 |
| Значения элементов матрицы покрывающего изображения | {0, 1, …, 255} |

Встраиваемое изображение также преобразуется в матрицу размером 64х64 , но с бинарными элементами, где 1 — то пиксель закрашен, а 0 — не закрашен.

Таблица

|  |  |
| --- | --- |
| Исходный размер погружаемого изображения | 64 х 64 |
| Количество каналов покрывающего изображения | 1 (черно/белое) |
| Размер матрицы погружаемого изображения | 64 х 64 |
| Значения элементов матрицы погружаемого изображения | {0, 1} |

### 4.1.2 Этап 1. Определение блоков кандидатов

Для каждого полученного блока размером 8х8 вычисляется значение энтропии Шеннона и энтропии предложенной в статье Пал. Сумма обоих значений складывается в итоговое значение. Из всех 4096 блоков выбираются 2048 с наименьшим показателем суммы энтропий. Эти 2048 блоков считаются блоками-кандидатами.

В данной работе, так же как и в исследуемой научной статье, в покрывающее изображение будет погружаться двоичное изображение размером 64х64, то есть 4096 бит. В каждый блок размером 8х8 будет погружаться 4 бита, а это значит, что для погружения всего изображения потребуется 1024 блока. Таким образом, из 2048 блоков-кандидатов нужно будет выбрать 1024 блока, таких чтобы значение целевой функции при этом было минимальным.

Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Всего блоков, шт | Блоков-кандидатов, шт | Требуется выбрать, шт |
| 4096 | 2048 | 1024 |

### 4.1.3 Этап 2. Инициализация хромосом генетического алгоритма

Под хромосомой подразумевается одномерный двоичный массив длинной 2048, где 1 означает что блок учавствует в погружении ЦВЗ, а 0 - блок не учавствует, причем единиц (и нулей) в массиве должно быть строго 1024. Таким образом, каждая хромосома представляет собой один из возможных вариантов решения задачи выбора 1024-х блоков.

До начала работы алгоритма, программа случайно генерирует сто таких хромосом.

Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Длина хромосомы | Соотношение 0 и 1 в хромосоме | Количество хромосом |
| 2048 | Строго 50:50 | 100 |

Генетический алгоритм предлагаемый в данной работе включает принципы элитизма. Это означает что на каждой итерации его работы программа будет сохранять некоторое количество лучших решений (хромосом) и сохранять их для формирования следующего поколения.

Максимальное количество итераций алгоритма определно как 30.

Таблица. Основные параметры генетического алгоритма

|  |  |
| --- | --- |
| Количество элитных хромосом | Количество итераций алгоритма |
| 20 | 30 |

### 4.1.4 Этап 3. Инициализация поколения светлячков

Задача алгоритма Светлячка, в предлагаемом техническом решении, найти оптимальное пороговое значения Threshold. Опытным путем было установлено что оптимальное значение этого параметра находится в пределах от 0 до 20, поскольку прибавление значения 0 никак не изменяет значения частотной области, а значения выше 20 значительно искажают их, что приводит к ухудшению параметров скрытности SSIM и PSNR. Таким образом задачу оптимизации можносто сформулировать как поиск действительного числа на отрезке от 0 до 20.

До начала работы алгоритма, мной инициализируются популяция из 20 особей, где каждое значение сгенерировано случайным равномерно-распределенным алгоритмом в заданных пределах, где каждый светлячок представляет собой один из возможных вариантов параметра Threshold.

Таблица

|  |  |
| --- | --- |
| Размер популяции | Пределы значений |
| 20 | {0...20} |

### 4.1.5 Этап 4. Алгоритм с гибридной метаэвристикой

### 4.1.5.1 Шаг 1. Оценка хромосом и формирование первой элиты

Первым запускается генетический алгоритм. Для каждой из ста сгенерированных хромосом рассчитывается хначение целевой функции. Двадцадь лучших значений хромосом сохраняется в отдельный массив (элита), который будет добавлен в популяцию на следующем круге итерации.

### 4.1.5.2 Шаг 2. Скрещивание и формирование нового поколения

Все случайно сгенерированные хромосомы случайным образом разбиваются на пары и формируют две новые хромосомы такой же длины (2048) с помощью перестановки своих сегментов в определенном порядке. Поскольку распределение нулей и единиц внутри хромосомы хаотично, то нельзя гарантировать что в новых хромосомах их пропорция будет строго 1:1, что чаще всего и происходит. Экспериметнальным путем было выявлено что оно хоть и не равно, но близко к 1:1, поэтому в тех случаях где количество единиц превышает 1024, специальная функция случайным образом выбирает нужное их количество и превращает в нули, и наоборот. В тех хромосомах где больше нулей, некоторые из них будут преобразованы в единицы. Такие случайные манипуляции имплементируют в генетический алгоритм элемент мутации, что должно привести к ускорению сходимости и расширить пространство решений сгенерированной при инициализации популяции.