Степень схожести рангового и доменного блока вычисляется как среднеквадратическое отклонение (СКО):

где – длина стороны рангового и доменного блоков.

С учетом яркостных преобразований, условие (1) принимает следующий вид:

Общий алгоритм фрактального сжатия представлен на рисунке 1.

*i*

Сохранение параметров преобразования из доменного блока в ранговый блок

Начало

Конец

*i*  = *i* + 1

Расчет N (количество ранговых блоков)

Исходное изображение

Поиск подходящего доменного блока для рангового блока *i*

*i*

*i > N*

Рисунок 1 − Схема общего алгоритма фрактального сжатия

Подходящий доменный блок может выбираться несколькими способами:

1. До первого найденного доменного блока, удовлетворяющего условию (1). Если ни один доменный блок не удовлетворяет условию (2):
   1. Берем доменный блок с минимальным СКО (алгоритм А1, представлен на рисунке 3);
   2. Разбиваем ранговый блок на 4 блока и для каждого из них ищем подходящий доменный блок (алгоритм А2, представлен на рисунке 4).
2. Доменный блок с минимальным СКО (алгоритм Б, представлен на рисунке 5).

Для ускорения процесса сжатия можно выделить 2 подхода:  
1) Предварительная классификация блоков [2];

1. Метод эталонного блока.

Каждый из вышеперечисленных алгоритмов включает в себя применение 8 аффинных преобразований к доменным блокам. Примеры аффинных преобразований можно видеть в таблице 1.

Применение аффинного преобразования *i* к domen

Расчет СКО между rang и domen

Min(afinSKO)

Сохранение СКО в afinSKO[***i***]

Начало

Конец

*i*

i

i *>* 8

*i*  = *i* + 1

rang

domen

rang – ранговый блок

domen – доменный блок

Расчет оптимальных яркостных характеристик преобразования domen к rang

Рисунок 2 − Схема расчета минимального СКО между ранговым блоком и аффинными преобразованиями доменного блока

Таблица 1 – Аффинные преобразования доменного блока

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Название | Пример |
| 1 | Поворот на 0о |  |
| 2 | Поворот на 90о |  |
| 3 | Поворот на 180о |  |
| 4 | Поворот на 270о |  |
| 5 | Вертикальное отражение |  |
| 6 | Горизонтальное отражение |  |
| 7 | Поворот на 90о и вертикальное отражение |  |
| 8 | Поворот на 90о и горизонтальное отражение |  |

Выделение доменного блока domen

Уменьшение domen в 2 раза

minSKO = ∞

minX = -1

minY = -1

minAfin = 0

minSKO = min

minX = Х

minY = Y

minAfin

min < ε

Сохранение параметров преобразования domen

Сохранение параметров преобразования доменного блока, соответствующего minSKO

Да

Нет

Да

min < minSKO

Нет

Да

Нет

Начало

Конец

rang

ε

Исходное изображение

rang – ранговый блок

ε - коэффициент компрессии

Расчет min (минимального СКО между ранговым блоком и аффинными преобразованиями доменного блока)

minSKO – минимальное СКО от рангового блока

minx, minY – координаты Х и Y верхнего левого угла доменного блока, имеющего минимальное СКО с ранговым блоком

minAfin – номер аффинного преобразования доменного блока, имеющего минимальное СКО с ранговым блоком

Проверили все доменные блоки?

Рисунок 3 − Схема алгоритма А1

Да

Да

Нет

Выделение доменного блока domen

Уменьшение domen в 2 раза

min < ε

Нет

Да

min < minSKO

Нет

Нет

Да

Деление блок rang на 4 подблока

Начало

Конец

rang

ε

Исходное

изображение

minSKO = ∞

minX = -1

minY = -1

minAfin = 0

rang – ранговый блок

ε - коэффициент компрессии

minSKO – минимальное СКО от рангового блока

minx, minY – координаты Х и Y верхнего левого угла доменного блока, имеющего минимальное СКО с ранговым блоком

minAfin – номер аффинного преобразования доменного блока, имеющего минимальное СКО с ранговым блоком

Проверили все доменные блоки?

Расчет min (минимального СКО между ранговым блоком и аффинными преобразованиями доменного блока)

Выполнение алгоритма А2 для каждого подблока

minSKO = min

minX = Х

minY = Y

minAfin

Сохранение параметров преобразования domen

Сохранение параметров преобразования доменного блока, соответствующего minSKO

Можем разделить rang на подблоки?

Рисунок 4 − Схема алгоритма А2

Выделение доменного блока domen

Уменьшение domen в 2 раза

minSKO = ∞

minX = -1

minY = -1

minAfin = 0

minSKO = min

minX = Х

minY = Y

minAfin

Сохранение параметров преобразования доменного блока, соответствующего minSKO

min < minSKO

Да

Нет

Начало

Конец

rang

Исходное изображение

rang – ранговый блок

Расчет min (минимального СКО между ранговым блоком и аффинными преобразованиями доменного блока)

minSKO – минимальное СКО от рангового блока

minx, minY – координаты Х и Y верхнего левого угла доменного блока, имеющего минимальное СКО с ранговым блоком

minAfin – номер аффинного преобразования доменного блока, имеющего минимальное СКО с ранговым блоком

i

i *>* N

i

Расчет N (количество ранговых блоков)

*i*  = *i* + 1

Рисунок 5 − Схема алгоритма Б

Да

Нет

Расчет domensSKOs[j][s]

(СКО между эталонным блоком и аффинным преобразованием s доменного блока)

Начало

Конец

etalon – эталонный блок

Исходное изображение

etalon

Расчет N (количество ранговых блоков)

Расчет M (количество доменных блоков)

i

s

s

s *>* 8

i

i *>* M

i

i

i *>* N

Выделение рангового блока i

Расчет rangSKO

(СКО между эталонным блоком и ранговым блоком)

min = Min(|domensSKOs[j][s] - rangSKO |),

i = 1..M,

s = 1..8

min < ε

Сохранение параметров преобразования доменного блока, соответствующего min

Выполнение алгоритма А1 (А2 млм Б) для рангового блока i

s = s + 1

*i*  = *i* + 1

*i*  = *i* + 1

Рисунок 6 − Схема метода эталонного блока

s

Копирование преобразованного доменного блока на место рангового блока i

Начало

Конец

*i*  = *i* + 1

Расчет N (количество ранговых блоков)

Базовое изображение

k

Фрактальный код

s

s *>* k

k – количество итераций декодирования

Выделение доменного блока, соответствующего ранговому блоку i

Уменьшение доменного блока

Применение аффинного преобразования к доменному блоку

*i*

s = s + 1

*i*

*i > N*

Применение яркостных преобразований к доменному блоку

Рисунок 7 − Схема алгоритма декомпрессии

**Литература**

1. Кудрина М.А., Климентьев К.Е. Компьютерная графика. − Издательство СГАУ, 2013. – 140 с.
2. Ансон Л., Барнсли М. Фрактальное сжатие изображения //Мир ПК, 1992, № 4, с. 52 – 58.