МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Университет ИТМО»

УТВЕРЖДАЮ
Доцент
_____ И. Е. Бочарова
«_____» _____ 2014 г.

ОТЧЕТ
О ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

по курсу «Мультимедиа технологии»

по теме:

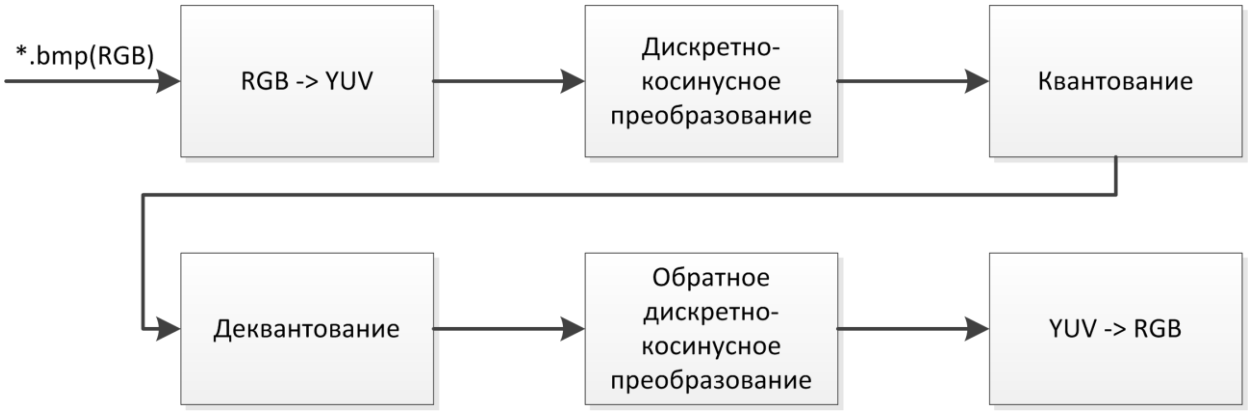
Стандарты сжатия изображений с потерей качества. Стандарт JPEG

Студент гр. 3511 _____ Трофимов В.А.
Студент гр. 3511 _____ Шобей А.В.

Санкт-Петербург
2014

Вариант 4

Схема работы кодера



Оценка коэффициента сжатия

Оценивание коэффициента сжатия для компоненты происходит по формуле:

$$c = \frac{8 \times M \times N}{size}$$

где $size = b_{DC} + b_{runlen} + b_{coeff} + b_{num}$ – объем информации, необходимый для хранения сжатой компоненты,

$b_{DC} = \frac{e_{DC} \times M \times N}{64}$, e_{DC} – энтропия потоков разностей коэффициентов постоянного тока,

$b_{runlen} = e_{runlen} \times number_{run}$, e_{runlen} – энтропия потока длин серий нулей, $number_{run}$ – число серий нулей,

$b_{coeff} = e_{coeff} \times number_{coeff}$, e_{coeff} – энтропия потока ненулевых коэффициентов, $number_{coeff}$ – число ненулевых коэффициентов,

$b_{num} = \frac{e_{num} \times M \times N}{64}$, e_{num} – энтропия потока числа ненулевых коэффициентов в блоках,

M, N – ширина и высота изображения.

Оценивание коэффициента сжатия для всего изображения (всех трех компонент) происходит по формуле:

$$\frac{3 \times 8 \times M \times N}{size_y + size_u + size_v}$$

где $size_y, size_u, size_v$ – объем информации, необходимый для хранения сжатых компонент y, u, v соответственно.

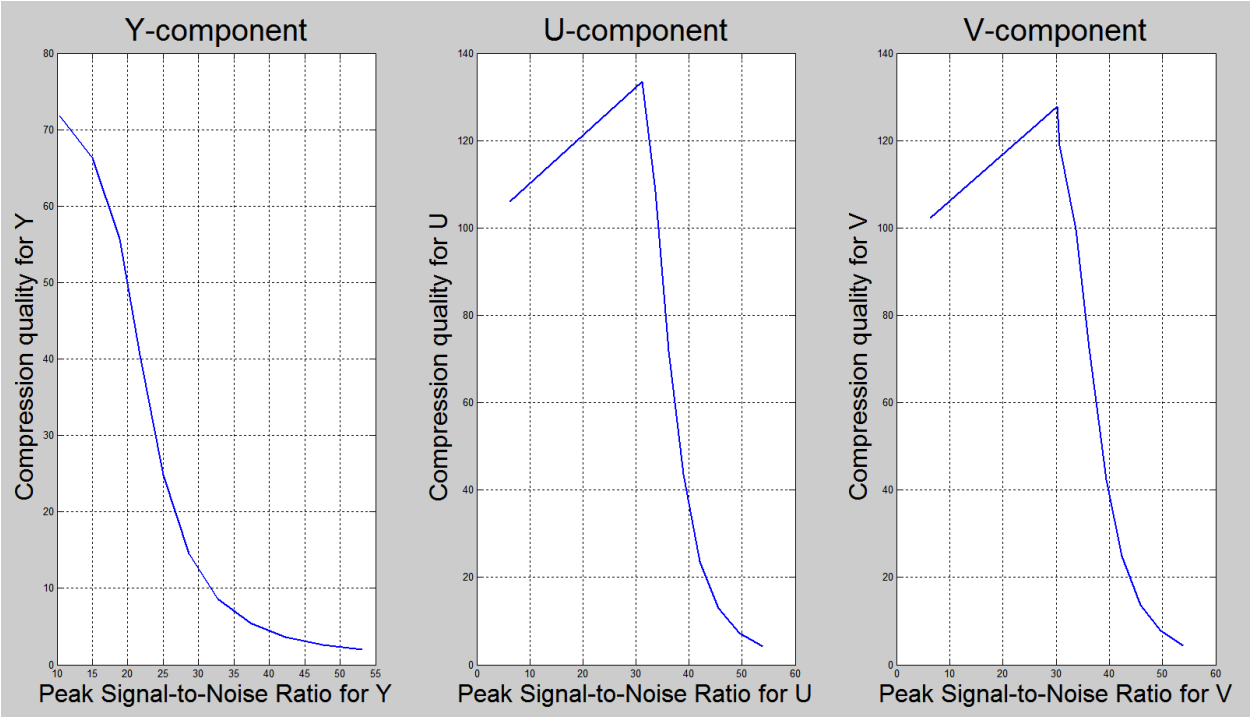
Отношение сигнал/шум

Отношение сигнал/шум вычисляется по следующей формуле:

$$SNR = 10 \times log \frac{(255)^2}{\frac{\sum_{i,j}(y_{ij} - \hat{y_{ij}})^2}{M \times N}}$$

Где y_{ij} – переменная компоненты до ДКП, $\hat{y_{ij}}$ - переменная компоненты после применения ДКП и обратного ДКП, M, N – ширина и высота изображения.

График зависимости степени сжатия от соотношения сигнал/шум при переборе StepA от 2 до 2048



Пример сжатых изображений

Сжатие 3.08
StepA = 2

Сжатие 50.39
StepA = 128

Сжатие 73.27
StepA = 256

Сжатие 98.69
StepA = 1024

Программа

```
function lab3_04_trofiv_shobey()

    clc;

    inputFileName = 'input.bmp';
    outputFileName = 'restored';

    initialStepA = 0;
    step = 2;
    repeats = 11;

    PSNRY = zeros(1, repeats);
    PSNRU = zeros(1, repeats);
    PSNRV = zeros(1, repeats);

    compresionY = zeros(1, repeats);
    compresionU = zeros(1, repeats);
```

```
    compresionV = zeros(1, repeats);

    for i = 1 : repeats

        stepA = initialStepA + step ^ i;

        [PeakSNRY, PeakSNRU, PeakSNRV, comprY, comprU, comprV, totalCompr] =
process(inputFileName, outputFileName, stepA);

        fprintf('StepA: %.2f ', stepA);
        fprintf('PeakSNRY: %.2f comprY: %.2f ', PeakSNRY, comprY);
        fprintf('PeakSNRU: %.2f comprU: %.2f ', PeakSNRU, comprU);
        fprintf('PeakSNRV: %.2f comprV: %.2f ', PeakSNRV, comprV);
        fprintf('totalCompr: %.2f\n', totalCompr);

        PSNRY(i) = PeakSNRY;
        PSNRU(i) = PeakSNRU;
        PSNRV(i) = PeakSNRV;

        compresionY(i) = comprY;
        compresionU(i) = comprU;
        compresionV(i) = comprV;

    end

    figure;

    subplot(1, 3, 1);
    plot(PSNRY, compresionY, 'LineWidth', 2);
    title('Y-component', 'FontSize', 30);
    xlabel('Peak Signal-to-Noise Ratio for Y', 'FontSize', 24);
    ylabel('Compression quality for Y', 'FontSize', 24);
    grid on;

    subplot(1, 3, 2);
    plot(PSNRU, compresionU, 'LineWidth', 2);
    title('U-component', 'FontSize', 30);
    xlabel('Peak Signal-to-Noise Ratio for U', 'FontSize', 24);
    ylabel('Compression quality for U', 'FontSize', 24);
    grid on;

    subplot(1, 3, 3);
    plot(PSNRV, compresionV, 'LineWidth', 2);
    title('V-component', 'FontSize', 30);
    xlabel('Peak Signal-to-Noise Ratio for V', 'FontSize', 24);
    ylabel('Compression quality for V', 'FontSize', 24);
    grid on;

end

function [PeakSNRY, PeakSNRU, PeakSNRV, comprY, comprU, comprV, totalCompr] =
process(inputFileName, outputFileName, stepAC)

    [header, w, h, bitmap] = readBitmap(inputFileName);

    [R, G, B] = bitmap2RGB(bitmap, w, h);
    [Y, U, V] = RGB2YUV(R, G, B);

    [Y, PeakSNRY, sizeY] = encode(Y, stepAC, w, h);
    [U, PeakSNRU, sizeU] = encode(U, stepAC, w, h);
    [V, PeakSNRV, sizeV] = encode(V, stepAC, w, h);

    comprY = 8 * w * h / sizeY;
    comprU = 8 * w * h / sizeU;
    comprV = 8 * w * h / sizeV;

    totalCompr = 24 * w * h / (sizeY + sizeU + sizeV);

    [R, G, B] = YUV2RGB(Y, U, V);

    outputFileName = strcat(outputFileName, num2str(stepAC), '.bmp');
    bitmap = RGB2bitmap(R, G, B, w, h);
    writeBitmap(outputFileName, header, bitmap);

end
```

```
function [compressedSignal, PeakSNR, size] = encode(signal, stepAC, w, h)

    DC = [];
    stepDC = 8;
    zeroSeries = [];
    nonZeroSeries = [];
    nonZeroSeriesCountInBlock = [];
    compressedSignal = [w, h];

    for i = 1 : w / 8
        for j = 1 : h / 8

            startIIndex = (i - 1) * 8 + 1;
            endIIndex = (i - 1) * 8 + 8;
            startJIndex = (j - 1) * 8 + 1;
            endJIndex = (j - 1) * 8 + 8;

            currentBlock = signal(startIIndex : endIIndex, startJIndex : endJIndex);
            currentBlock = dct2(currentBlock);

            DC = [DC round((currentBlock(1, 1) / stepDC)) * stepDC]; %#ok<*AGROW>

            currentBlock = round(currentBlock ./ stepAC);
            AC = zigzag(currentBlock);

            zeroCount = 0;
            nonZeroCount = 0;

            for k = 1 : length(AC)
                if (AC(k) == 0)
                    zeroCount = zeroCount + 1;
                else
                    nonZeroSeries = [nonZeroSeries AC(k)];
                    zeroSeries = [zeroSeries zeroCount];
                    zeroCount = 0;
                    nonZeroCount = nonZeroCount + 1;
                end
            end

            nonZeroSeriesCountInBlock = [nonZeroSeriesCountInBlock nonZeroCount];

            currentBlock = currentBlock .* stepAC;
            currentBlock = idct2(currentBlock);

            compressedSignal(startIIndex : endIIndex, startJIndex : endJIndex) = currentBlock;

        end
    end

    DC = DC(2 : length(DC)) - DC(1 : length(DC) - 1);

    bDC = enthropy(DC) * h * w / 64;
    bRunlen = enthropy(zeroSeries) * length(zeroSeries);
    bCoeff = enthropy(nonZeroSeries) * length(nonZeroSeries);
    bNum = enthropy(nonZeroSeriesCountInBlock) * (h * w / 64);

    size = bDC + bRunlen + bCoeff + bNum;

    signalDiff = signal - compressedSignal;
    PeakSNR = 10 * log10(65025 / sum(sum(signalDiff .* signalDiff)) * w * h);

end

function [bitmap] = RGB2bitmap(R, G, B, w, h)

    bitmap = zeros(w*3, h);

    for i = 1 : w
        for j = 1 : h
            bitmap((i - 1) * 3 + 1, j) = B(i, j);
            bitmap((i - 1) * 3 + 2, j) = G(i, j);
            bitmap((i - 1) * 3 + 3, j) = R(i, j);
        end
    end
```

```
end

function [R, G, B] = YUV2RGB(Y, U, V)
    G = Y - 0.714 * (V - 128) - 0.334 * (U - 128);
    R = Y + 1.402 * (V - 128);
    B = Y + 1.772 * (U - 128);
end

function [Y, U, V] = RGB2YUV(R, G, B)
    Y = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B;
    U = (B - Y) * 0.5643 + 128;
    V = (R - Y) * 0.7132 + 128;
end

function [R, G, B] = bitmap2RGB(bitmap, w, h)

    R = zeros(w, h);
    G = zeros(w, h);
    B = zeros(w, h);

    for i = 1 : w
        for j = 1 : h
            B(i, j) = bitmap((i - 1) * 3 + 1, j);
            G(i, j) = bitmap((i - 1) * 3 + 2, j);
            R(i, j) = bitmap((i - 1) * 3 + 3, j);
        end
    end

end

function [result] = zigzag(x)
    result = [ x(1, 1), x(1, 2), x(2, 1), x(3, 1), x(2, 2), x(1, 3), x(1, 4), x(2, 3), ...
               x(3, 2), x(4, 1), x(5, 1), x(4, 2), x(3, 3), x(2, 4), x(1, 5), x(1, 6), ...
               x(2, 5), x(3, 4), x(4, 3), x(5, 2), x(6, 1), x(7, 1), x(6, 2), x(5, 3), ...
               x(4, 4), x(3, 5), x(2, 6), x(1, 7), x(1, 8), x(2, 7), x(3, 6), x(4, 5), ...
               x(5, 4), x(6, 3), x(7, 2), x(8, 1), x(8, 2), x(7, 3), x(6, 4), x(5, 5), ...
               x(4, 6), x(3, 7), x(2, 8), x(3, 8), x(4, 7), x(5, 6), x(6, 5), x(7, 4), ...
               x(8, 3), x(8, 4), x(7, 5), x(6, 6), x(5, 7), x(4, 8), x(5, 8), x(6, 7), ...
               x(7, 6), x(8, 5), x(8, 6), x(7, 7), x(6, 8), x(7, 8), x(8, 7), x(8, 8) ];
end

function [result] = enthropy(x)

    maxx = max(x);
    minx = min(x);

    result = 0;
    count = zeros(maxx - minx + 1);

    for i = 1 : length(x)
        pos = x(i) - minx + 1;
        count(pos) = count(pos) + 1;
    end

    for i = 1 : length(count)
        if (count(i) ~= 0)
            probability = count(i) / length(x);
            result = result - (probability * log2(probability));
        end
    end

end

function [header, w, h, bitmap] = readBitmap(inputFileName)

    input = fopen(inputFileName, 'rb');
    header = fread(input, 54, 'uint8');

    w = header(19);
    h = header(23);

    bitmap = fread(input,[w * 3, h], 'uint8');

    fclose(input);
```

```
end

function [] = writeBitmap(outputFileName, header, bitmap)

    output = fopen(outputFileName, 'wb');

    fwrite(output, header, 'uint8');
    fwrite(output, bitmap, 'uint8');

    fclose(output);

end
```

Вывод программы

```
StepA: 2.00 PeakSNRY: 53.17 comprY: 1.94 PeakSNRU: 53.87 comprU: 4.27
PeakSNRV: 53.91 comprV: 4.45 totalCompr: 3.08

StepA: 4.00 PeakSNRY: 47.58 comprY: 2.58 PeakSNRU: 49.55 comprU: 7.26
PeakSNRV: 49.64 comprV: 7.73 totalCompr: 4.58

StepA: 8.00 PeakSNRY: 42.34 comprY: 3.63 PeakSNRU: 45.49 comprU: 12.86
PeakSNRV: 45.87 comprV: 13.68 totalCompr: 7.04

StepA: 16.00 PeakSNRY: 37.39 comprY: 5.41 PeakSNRU: 41.99 comprU: 23.67
PeakSNRV: 42.42 comprV: 24.87 totalCompr: 11.22

StepA: 32.00 PeakSNRY: 32.71 comprY: 8.59 PeakSNRU: 39.01 comprU: 43.59
PeakSNRV: 39.40 comprV: 42.31 totalCompr: 18.41

StepA: 64.00 PeakSNRY: 28.65 comprY: 14.52 PeakSNRU: 36.13 comprU: 71.76
PeakSNRV: 36.21 comprV: 72.43 totalCompr: 31.06

StepA: 128.00 PeakSNRY: 24.97 comprY: 24.83 PeakSNRU: 33.64 comprU: 108.39
PeakSNRV: 33.72 comprV: 99.62 totalCompr: 50.39

StepA: 256.00 PeakSNRY: 21.75 comprY: 40.49 PeakSNRU: 31.78 comprU: 127.60
PeakSNRV: 30.72 comprV: 118.93 totalCompr: 73.27

StepA: 512.00 PeakSNRY: 18.82 comprY: 55.69 PeakSNRU: 31.12 comprU: 133.51
PeakSNRV: 30.16 comprV: 127.83 totalCompr: 90.17

StepA: 1024.00 PeakSNRY: 15.00 comprY: 66.29 PeakSNRU: 31.12 comprU: 133.51
PeakSNRV: 30.16 comprV: 127.83 totalCompr: 98.69

StepA: 2048.00 PeakSNRY: 10.42 comprY: 71.83 PeakSNRU: 6.29 comprU: 106.10
PeakSNRV: 6.35 comprV: 102.34 totalCompr: 90.58
```

Вывод

В ходе работы было выявлено, что для заданного изображения возможно сжатие примерно в 31 раз, с удовлетворительным качеством (соотношение сигнал/шум при данном сжатии составляет 28.65). При большем сжатии наблюдается заметное цветное искажение, которое, при дальнейшем сжатии, приводит к полной неразличимости исходного изображения.