МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное агентство по образованию

«Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ)»

СПб ГУТ)))

**Системы цифровой звукозаписи**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Выполнили:

**Балан К. А.**

**Валиахметов В. А.**

Студенты группы: **РЦТ-22**

Преподаватель*:*

# Прасолов А. А.

*Санкт-Петербург*

# Цель работы

# Научиться читать заголовки wav файлов

# Полученные результаты

# 

# Рисунок 1 – Сигнал с 1 каналом, частотой дискретизации 44100 Гц и разрядностью 16 бит, сгенерированный в audacity и прочитанный в matlab

# 

# Рисунок 2 – Сигнал с 2 каналами, частотой дискретизации 44100 Гц и разрядностью 16 бит, сгенерированный в audacity и прочитанный в matlab

# 

# Рисунок 3 – Сигнал с 2 каналами, частотой дискретизации 44100 Гц и разрядностью 24 бит, сгенерированный в audacity и прочитанный в matlab

# 

# Рисунок 4 – Сигнал с 2 каналами, частотой дискретизации 44100 Гц и разрядностью 32 бит, сгенерированный в audacity и прочитанный в matlab

# 

# Рисунок 5 – Сигнал с 3 каналами, частотой дискретизации 44100 Гц и разрядностью 32 бит, сгенерированный в audacity и прочитанный в matlab

# Рисунок 6 – Сигнал с 4 каналами, частотой дискретизации 44100 Гц и разрядностью 32 бит, сгенерированный в audacity и прочитанный в matlab

# 

# Рисунок 7 – Сигнал с 5 каналами, частотой дискретизации 44100 Гц и разрядностью 32 бит, сгенерированный в audacity и прочитанный в matlab

# 

# Рисунок 8 – Сигнал с 6 каналами, частотой дискретизации 44100 Гц и разрядностью 32 бит, сгенерированный в audacity и прочитанный в matlab

# 

# Рисунок 9 – Сигнал с 6 каналами, частотой дискретизации 192000 Гц и разрядностью 8 бит, сгенерированный в audacity и прочитанный в matlab

# 

# При чтении файла в audacity всегда ставилось значение разрядности 32 бит с плавающей точкой

# 

# Рисунок 10 – Сигнал с 1 каналом, частотой дискретизации 44100 Гц и разрядностью 16 бит, сгенерированный в matlab и прочитанный в audacity

# 

# Рисунок 11 – Сигнал с 2 каналами, частотой дискретизации 44100 Гц и разрядностью 16 бит, сгенерированный в matlab и прочитанный в audacity

# 

# Рисунок 12 – Сигнал с 2 каналами, частотой дискретизации 44100 Гц и разрядностью 24 бит, сгенерированный в matlab и прочитанный в audacity

# 

# Рисунок 13 – Сигнал с 2 каналами, частотой дискретизации 44100 Гц и разрядностью 32 бит, сгенерированный в matlab и прочитанный в audacity

# 

# Рисунок 14 – Сигнал с 3 каналами, частотой дискретизации 44100 Гц и разрядностью 32 бит, сгенерированный в matlab и прочитанный в audacity

# 

# Рисунок 15 – Сигнал с 4 каналами, частотой дискретизации 44100 Гц и разрядностью 8 бит, сгенерированный в matlab и прочитанный в audacity

# 

# Рисунок 16 – Сигнал с 5 каналами, частотой дискретизации 44100 Гц и разрядностью 8 бит, сгенерированный в matlab и прочитанный в audacity

# 

# Рисунок 17 – Сигнал с 6 каналами, частотой дискретизации 44100 Гц и разрядностью 8 бит, сгенерированный в matlab и прочитанный в audacity

# 

# Рисунок 18 – Сигнал с 6 каналами, частотой дискретизации 192000 Гц и разрядностью 8 бит, сгенерированный в matlab и прочитанный в audacity

# Вывод

# В ходе лабораторной работы были сгенерированы и проанализированы аудиосигналы с различным числом каналов, частотой дискретизации и разрядностью как в MATLAB, так и в Audacity. Были выявлены следующие особенности:

# Audacity при чтении WAV-файлов всегда использует 32-битные числа с плавающей точкой, независимо от исходного формата файла.

# Небольшие расхождения (1–2 Гц) в положении спектральных пиков между сгенерированным и восстановленным сигналами обусловлены погрешностью вычисления спектра.

# Код программы 1

clear;

clc;

wavFiles = {

'/Users/kirill/Desktop/Projects/study/4 курс/Системы цифровой звукозаписи/1.wav',

'/Users/kirill/Desktop/Projects/study/4 курс/Системы цифровой звукозаписи/2\_16.wav',

'/Users/kirill/Desktop/Projects/study/4 курс/Системы цифровой звукозаписи/2\_24.wav',

'/Users/kirill/Desktop/Projects/study/4 курс/Системы цифровой звукозаписи/2\_32.wav',

'/Users/kirill/Desktop/Projects/study/4 курс/Системы цифровой звукозаписи/3\_3.wav',

'/Users/kirill/Desktop/Projects/study/4 курс/Системы цифровой звукозаписи/3\_4.wav',

'/Users/kirill/Desktop/Projects/study/4 курс/Системы цифровой звукозаписи/3\_5.wav',

'/Users/kirill/Desktop/Projects/study/4 курс/Системы цифровой звукозаписи/3\_6.wav',

'/Users/kirill/Desktop/Projects/study/4 курс/Системы цифровой звукозаписи/4\_192000\_unsigned.wav'

};

for idx = 1:numel(wavFiles)

fname = wavFiles{idx};

fid = fopen(fname, 'rb', 'l');

cleanup = onCleanup(@() fclose(fid));

chunkID = char(fread(fid, 4, 'uchar')');

chunkSize = fread(fid, 1, 'uint32');

format = char(fread(fid, 4, 'uchar')');

subchunk1ID = char(fread(fid, 4, 'uchar')');

subchunk1Size = fread(fid, 1, 'uint32');

audioFormat = fread(fid, 1, 'uint16');

numChannels = fread(fid, 1, 'uint16');

sampleRate = fread(fid, 1, 'uint32');

byteRate = fread(fid, 1, 'uint32');

blockAlign = fread(fid, 1, 'uint16');

bitsPerSample = fread(fid, 1, 'uint16');

if subchunk1Size > 16

fread(fid, subchunk1Size - 16, 'uint8');

end

subchunk2ID = '';

subchunk2Size = 0;

while true

id = char(fread(fid, 4, 'uchar')');

sz = fread(fid, 1, 'uint32');

if strcmp(id, 'data')

subchunk2ID = id;

subchunk2Size = sz;

break;

end

fseek(fid, sz, 'cof');

end

fprintf('\n>>> Файл: %s\n', fname);

fprintf('Идентификатор файла : "%s"\n', chunkID);

fprintf('Размер файла (-8) : %d байт\n', chunkSize);

fprintf('Формат : "%s"\n', format);

fprintf('\n');

fprintf('ID подблока "fmt" : "%s"\n', subchunk1ID);

fprintf('Размер блока "fmt" : %d байт\n', subchunk1Size);

fprintf('Аудиоформат : %d (1=PCM)\n', audioFormat);

fprintf('Количество каналов : %d\n', numChannels);

fprintf('Частота дискретизации: %d Гц\n', sampleRate);

fprintf('Байт-рейт : %d байт/сек\n', byteRate);

fprintf('Размер сэмпла (всех к.): %d байт\n', blockAlign);

fprintf('Разрядность : %d бит\n', bitsPerSample);

fprintf('\n');

fprintf('ID подблока "data" : "%s"\n', subchunk2ID);

fprintf('Размер данных : %d байт\n', subchunk2Size);

fprintf('%s\n', repmat('-', 1, 50));

nSamp = floor(subchunk2Size / blockAlign);

switch bitsPerSample

case 8

audio = double(fread(fid, [numChannels, nSamp], 'uint8'));

case 16

audio = fread(fid, [numChannels, nSamp], 'int16');

case 32

audio = fread(fid, [numChannels, nSamp], 'int32');

case 24

totalBytes = nSamp \* blockAlign;

rawBytes = fread(fid, totalBytes, 'uint8');

byteMatrix = reshape(rawBytes, blockAlign, nSamp);

audio = zeros(numChannels, nSamp);

for ch = 1:numChannels

startIdx = (ch-1)\*3 + 1;

endIdx = ch\*3;

chanBytes = byteMatrix(startIdx:endIdx, :);

padded = [chanBytes; zeros(1, nSamp, 'uint8')];

asInt32 = typecast(padded(:), 'int32');

audio(ch, :) = bitshift(bitshift(asInt32, 8), -8);

end

end

t = (0:nSamp-1)' / sampleRate;

if bitsPerSample == 8

normAudio = (audio - 128) / 128;

else

normAudio = audio / (2^(bitsPerSample - 1));

end

figure('Name', fname);

plot(t, normAudio');

xlabel('Время, сек.');

ylabel('Амплитуда');

title({fname, 'Signal waveform'});

grid on;

if t(end) > 0.05

xlim([0 0.01]);

title({fname, 'Форма сигнала'});

end

end

# Код программы 2

clear;

clc;

outputFile = '/Users/kirill/Desktop/Projects/study/4 курс/Системы цифровой звукозаписи/1\_matlab.wav';

channelFrequencies = [1500, 500, 50, 1000, 2000, 200];

channelAmplitudes = [0.7, 0.9, 0.5, 0.8, 0.95, 0.7];

numChannels = 6;

bitDepth = 8;

sampleRate = 192000;

duration = 1;

t = (0 : 1/sampleRate : duration - 1/sampleRate)';

audio = zeros(length(t), numChannels);

for ch = 1:numChannels

freq = channelFrequencies(ch);

amp = channelAmplitudes(ch);

audio(:, ch) = amp \* sin(2 \* pi \* freq \* t);

end

fid = fopen(outputFile, 'wb', 'l');

numSamples = size(audio, 1);

blockAlign = numChannels \* bitDepth / 8;

byteRate = sampleRate \* blockAlign;

dataSize = numSamples \* blockAlign;

dataSize = round(dataSize);

chunkSize = 36 + dataSize;

fwrite(fid, 'RIFF', 'char');

fwrite(fid, uint32(chunkSize), 'uint32');

fwrite(fid, 'WAVE', 'char');

fwrite(fid, 'fmt ', 'char');

fwrite(fid, uint32(16), 'uint32');

fwrite(fid, uint16(1), 'uint16');

fwrite(fid, uint16(numChannels), 'uint16');

fwrite(fid, uint32(sampleRate), 'uint32');

fwrite(fid, uint32(byteRate), 'uint32');

fwrite(fid, uint16(blockAlign), 'uint16');

fwrite(fid, uint16(bitDepth), 'uint16');

fwrite(fid, 'data', 'char');

fwrite(fid, uint32(dataSize), 'uint32');

if bitDepth == 8

clipped = max(-1, min(1, audio));

samples8 = uint8(round((clipped + 1) \* 127.5));

interleaved = reshape(samples8.', 1, []);

fwrite(fid, interleaved, 'uint8');

elseif bitDepth == 16

maxVal16 = 2^15 - 1;

clipped = max(-1, min(1, audio));

samples16 = int16(clipped \* maxVal16);

interleaved = reshape(samples16.', 1, []);

fwrite(fid, interleaved, 'int16');

elseif bitDepth == 32

maxVal32 = 2^31 - 1;

clipped = max(-1, min(1, audio));

samples32 = int32(clipped \* maxVal32);

interleaved = reshape(samples32.', 1, []);

fwrite(fid, interleaved, 'int32');

elseif bitDepth == 24

maxVal24 = 2^23 - 1;

clipped = max(-1, min(1, audio));

samples32\_full = int32(clipped \* maxVal24);

rawData = zeros(numSamples \* numChannels \* 3, 1, 'uint8');

for i = 1:numSamples

for ch = 1:numChannels

val = samples32\_full(i, ch);

bytesAll = typecast(uint32(typecast(val, 'uint32')), 'uint8');

idx = (i - 1) \* numChannels \* 3 + (ch - 1) \* 3 + (1:3);

rawData(idx) = bytesAll(1:3);

end

end

fwrite(fid, rawData, 'uint8');

end

fclose(fid);

fprintf('\nФайл сохранён: %s\n', outputFile);