

xtiemn00

December 18, 2022

# 1 *Vsevolod Tiemnohorov*

## 1.1 *xtiemn00*

### 1.1.1 4.1 Základy

```
[ ]: import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import soundfile as sf

MIDIFROM = 24
MIDITO = 108
SKIP_SEC = 0.25
HOWMUCH_SEC = 0.5
WHOLETONE_SEC = 2

# constants for my tones
TONE_ONE = 31
TONE_TWO = 79
TONE_THREE = 82

howmanytones = MIDITO - MIDIFROM + 1

tones = np.arange(MIDIFROM, MIDITO+1)
orig, Fs = sf.read("../klavir.wav")

N = int(Fs * HOWMUCH_SEC)
Nwholetone = int(Fs * WHOLETONE_SEC)
n = np.arange(0, N)
xall = np.zeros((MIDITO+1, N))
samplefrom = int(SKIP_SEC * Fs)
sampleto = samplefrom + N
t = n / Fs
for tone in tones:
    x = orig[samplefrom:sampleto]
    x = x - np.mean(x)
    xall[tone] = x
    samplefrom += Nwholetone
```

```

sampleto += Nwholetone

# code from above was taken from task

sf.write("../audio/a_orig.wav", xall[TONE_ONE], Fs)
sf.write("../audio/b_orig.wav", xall[TONE_TWO], Fs)
sf.write("../audio/c_orig.wav", xall[TONE_THREE], Fs)

# create three .wav files with my tones

_, ax = plt.subplots(3,2, figsize=(10, 10))

samplefrom = int(((TONE_ONE - MIDIFROM) * Fs * WHOLETONE_SEC) + (SKIP_SEC * Fs))
sampleto = int(samplefrom + N)

tone_d = orig[samplefrom:sampleto]

# code to show log PSD

dft_1 = np.fft.fft(tone_d)
dft_half_1 = np.abs(dft_1[:N // 2])
dft_half_log_1 = np.log(dft_half_1 ** 2 + 1e-5)
dft_x_1 = np.arange(dft_half_1.size) * (Fs / tone_d.size)

# build plot of spektrum

ax[0, 1].set_title('Spektrum tonu 31')
ax[0, 1].plot(dft_x_1, dft_half_log_1)
ax[0, 1].set_xlabel('$f$[Hz]$')
ax[0, 1].set_ylabel('$psd$')
ax[0, 1].grid(alpha=0.5, linestyle='--')

sampleto = int(samplefrom + Fs/49.00 * 3) # change end of sample to show 3
↳periods of tone

# build plot of 3 periods

ax[0, 0].plot(orig[samplefrom : sampleto])
ax[0, 0].set_xlabel('$f$[Hz]$')
ax[0, 0].set_ylabel('$x(f)$')
ax[0, 0].set_title('Periody tonu 31')
ax[0, 0].grid(alpha=0.5, linestyle='--')

# repeat this three times

samplefrom = int(((TONE_TWO - MIDIFROM) * Fs * WHOLETONE_SEC) + (SKIP_SEC * Fs))
sampleto = int(samplefrom + N)

```

```

tone_d = orig[samplefrom:sampleto]

dft_2 = np.fft.fft(tone_d)
dft_half_2 = np.abs(dft_2[:N // 2])
dft_half_log_2 = np.log(dft_half_2 ** 2 + 1e-5)
dft_x_2 = np.arange(dft_half_2.size) * (Fs / tone_d.size)

ax[1, 1].set_title('Spektrum tonu 79')
ax[1, 1].plot(dft_x_2, dft_half_log_2)
ax[1, 1].set_xlabel('$f$ [Hz]$')
ax[1, 1].set_ylabel('$psd$')
ax[1, 1].grid(alpha=0.5, linestyle='--')

sampleto = int(samplefrom + Fs/783.99 * 3)

ax[1, 0].plot(orig[samplefrom : sampleto])
ax[1, 0].set_xlabel('$f$ [Hz]$')
ax[1, 0].set_ylabel('$x(f)$')
ax[1, 0].set_title('Periody tonu 79')
ax[1, 0].grid(alpha=0.5, linestyle='--')

samplefrom = int(((TONE_THREE - MIDIFROM) * Fs * WHOLETONE_SEC) + (SKIP_SEC *
↪Fs))
sampleto = int(samplefrom + N)

tone_d = orig[samplefrom:sampleto]

dft_3 = np.fft.fft(tone_d)
dft_half_3 = np.abs(dft_3[:N // 2])
dft_half_log_3 = np.log(dft_half_3 ** 2 + 1e-5)
dft_x_3 = np.arange(dft_half_3.size) * (Fs / tone_d.size)

ax[2, 1].set_title('Spektrum tonu 82')
ax[2, 1].plot(dft_x_3, dft_half_log_3)
ax[2, 1].set_xlabel('$f$ [Hz]$')
ax[2, 1].set_ylabel('$psd$')
ax[2, 1].grid(alpha=0.5, linestyle='--')

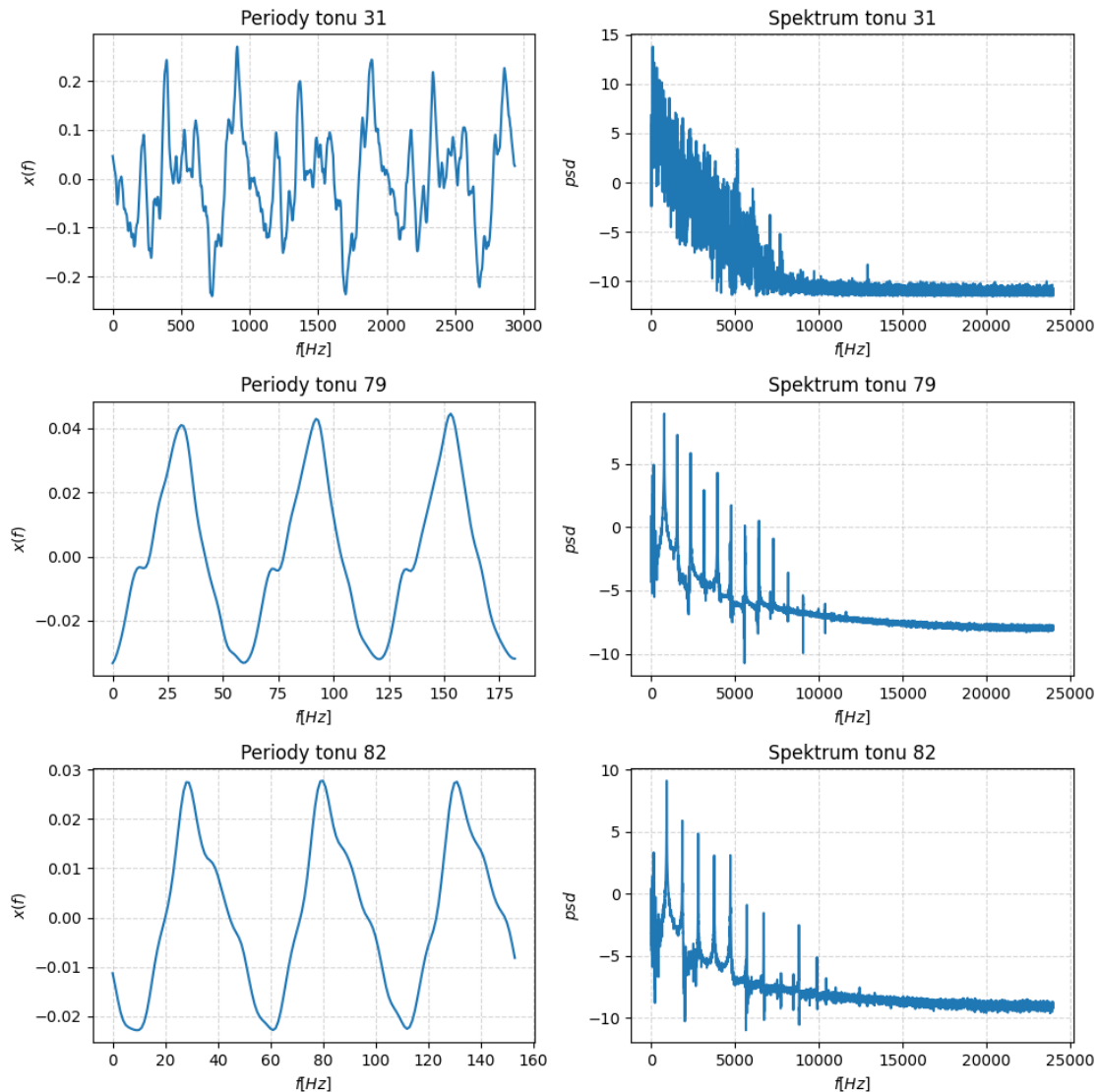
sampleto = int(samplefrom + Fs/932.33 * 3)

ax[2, 0].plot(orig[samplefrom : sampleto])
ax[2, 0].set_xlabel('$f$ [Hz]$')
ax[2, 0].set_ylabel('$x(f)$')
ax[2, 0].set_title('Periody tonu 82')
ax[2, 0].grid(alpha=0.5, linestyle='--')

```

```
plt.tight_layout()
```

```
plt.show()
```



### 1.1.2 4.2 Určení základní frekvence

```
[ ]: import scipy.signal as ss

c_all = np.zeros(109) # array to store peak of every tone

# autocorrelate from 24 to 40 because correlation works well only for low values

for c in range(MIDIFROM, 41):
```

```

    signal = xall[c]
    correlation = np.correlate(signal, signal, mode='full')[Fs // 2:]
    peak = np.argmax(correlation[200:])
    c_all[c] = Fs / (peak + 200)
    print("Tone ", c, " základní frekvence : ", c_all[c])

# find peaks from 41 to 108 with the help of DFT, because DFT works well (and
↳ faster than autocorrelation) only from 41's value

for c in range(41, MIDITO+1):
    dft = np.fft.fft(xall[c])

    G = np.log(np.abs(dft)**2 + 10 ** -5)
    peak,_ = ss.find_peaks(G, height=3, distance=2002)

    c_all[c] = peak[0] * 2
    print("Tone ", c, " základní frekvence : ", c_all[c])

_, bx = plt.subplots(3,1, figsize=(12, 26))

# code to show plots of DFT with marked peaks

bx[0].plot(dft_half_1[:200], color='r')
bx[0].axvline(c_all[TONE_ONE], -12, 12, color='b')
bx[0].set_xlabel('$f$ [Hz]$')
bx[0].set_ylabel('Korelace')
bx[0].set_title('Základní frekvence signalu 31')
bx[0].grid(alpha=0.5, linestyle='--')

bx[1].plot(dft_half_2[:800], color='r')
bx[1].axvline(c_all[TONE_TWO], -12, 12, color='b')
bx[1].set_xlabel('$f$ [Hz]$')
bx[1].set_ylabel('Korelace')
bx[1].set_title('Základní frekvence signalu 79')
bx[1].grid(alpha=0.08, linestyle='--')

bx[2].plot(dft_half_3[:1000], color='r')
bx[2].axvline(c_all[TONE_THREE], -12, 12, color='b')
bx[2].set_xlabel('$f$ [Hz]$')
bx[2].set_ylabel('Korelace')
bx[2].set_title('Základní frekvence signalu 82')
bx[2].grid(alpha=0.01, linestyle='--')

plt.show()

```

```

Tone 24 základní frekvence : 32.83173734610123
Tone 25 základní frekvence : 34.78260869565217

```

|      |    |                      |                    |
|------|----|----------------------|--------------------|
| Tone | 26 | základní frekvence : | 36.866359447004605 |
| Tone | 27 | základní frekvence : | 39.05614320585842  |
| Tone | 28 | základní frekvence : | 41.37931034482759  |
| Tone | 29 | základní frekvence : | 43.83561643835616  |
| Tone | 30 | základní frekvence : | 46.46660212971926  |
| Tone | 31 | základní frekvence : | 49.23076923076923  |
| Tone | 32 | základní frekvence : | 52.17391304347826  |
| Tone | 33 | základní frekvence : | 55.23590333716916  |
| Tone | 34 | základní frekvence : | 58.53658536585366  |
| Tone | 35 | základní frekvence : | 62.01550387596899  |
| Tone | 36 | základní frekvence : | 65.66347469220246  |
| Tone | 37 | základní frekvence : | 69.56521739130434  |
| Tone | 38 | základní frekvence : | 73.73271889400921  |
| Tone | 39 | základní frekvence : | 78.04878048780488  |
| Tone | 40 | základní frekvence : | 82.75862068965517  |
| Tone | 41 | základní frekvence : | 88.0               |
| Tone | 42 | základní frekvence : | 92.0               |
| Tone | 43 | základní frekvence : | 98.0               |
| Tone | 44 | základní frekvence : | 104.0              |
| Tone | 45 | základní frekvence : | 110.0              |
| Tone | 46 | základní frekvence : | 118.0              |
| Tone | 47 | základní frekvence : | 124.0              |
| Tone | 48 | základní frekvence : | 130.0              |
| Tone | 49 | základní frekvence : | 138.0              |
| Tone | 50 | základní frekvence : | 146.0              |
| Tone | 51 | základní frekvence : | 156.0              |
| Tone | 52 | základní frekvence : | 164.0              |
| Tone | 53 | základní frekvence : | 350.0              |
| Tone | 54 | základní frekvence : | 370.0              |
| Tone | 55 | základní frekvence : | 392.0              |
| Tone | 56 | základní frekvence : | 208.0              |
| Tone | 57 | základní frekvence : | 220.0              |
| Tone | 58 | základní frekvence : | 234.0              |
| Tone | 59 | základní frekvence : | 248.0              |
| Tone | 60 | základní frekvence : | 262.0              |
| Tone | 61 | základní frekvence : | 278.0              |
| Tone | 62 | základní frekvence : | 294.0              |
| Tone | 63 | základní frekvence : | 312.0              |
| Tone | 64 | základní frekvence : | 330.0              |
| Tone | 65 | základní frekvence : | 350.0              |
| Tone | 66 | základní frekvence : | 370.0              |
| Tone | 67 | základní frekvence : | 392.0              |
| Tone | 68 | základní frekvence : | 416.0              |
| Tone | 69 | základní frekvence : | 440.0              |
| Tone | 70 | základní frekvence : | 466.0              |
| Tone | 71 | základní frekvence : | 494.0              |
| Tone | 72 | základní frekvence : | 524.0              |
| Tone | 73 | základní frekvence : | 554.0              |

|      |     |                      |        |
|------|-----|----------------------|--------|
| Tone | 74  | základní frekvence : | 588.0  |
| Tone | 75  | základní frekvence : | 622.0  |
| Tone | 76  | základní frekvence : | 660.0  |
| Tone | 77  | základní frekvence : | 698.0  |
| Tone | 78  | základní frekvence : | 740.0  |
| Tone | 79  | základní frekvence : | 784.0  |
| Tone | 80  | základní frekvence : | 830.0  |
| Tone | 81  | základní frekvence : | 882.0  |
| Tone | 82  | základní frekvence : | 932.0  |
| Tone | 83  | základní frekvence : | 988.0  |
| Tone | 84  | základní frekvence : | 1046.0 |
| Tone | 85  | základní frekvence : | 1108.0 |
| Tone | 86  | základní frekvence : | 1174.0 |
| Tone | 87  | základní frekvence : | 1244.0 |
| Tone | 88  | základní frekvence : | 1318.0 |
| Tone | 89  | základní frekvence : | 1396.0 |
| Tone | 90  | základní frekvence : | 1478.0 |
| Tone | 91  | základní frekvence : | 1566.0 |
| Tone | 92  | základní frekvence : | 1660.0 |
| Tone | 93  | základní frekvence : | 1758.0 |
| Tone | 94  | základní frekvence : | 1864.0 |
| Tone | 95  | základní frekvence : | 1976.0 |
| Tone | 96  | základní frekvence : | 2094.0 |
| Tone | 97  | základní frekvence : | 2218.0 |
| Tone | 98  | základní frekvence : | 2350.0 |
| Tone | 99  | základní frekvence : | 2490.0 |
| Tone | 100 | základní frekvence : | 2638.0 |
| Tone | 101 | základní frekvence : | 2796.0 |
| Tone | 102 | základní frekvence : | 2962.0 |
| Tone | 103 | základní frekvence : | 3138.0 |
| Tone | 104 | základní frekvence : | 3324.0 |
| Tone | 105 | základní frekvence : | 3522.0 |
| Tone | 106 | základní frekvence : | 3732.0 |
| Tone | 107 | základní frekvence : | 3954.0 |
| Tone | 108 | základní frekvence : | 4188.0 |

