

Лабораторна робота №3

Дослідження спектрів шумів натурального походження

доц. Чкалов О. В.
tchkalov@gmail.com

15 квітня 2024 р.

Мета роботи. Дослідити спектральні характеристики шумів натурального походження та порівняти їх з ідеалізованими «кольоровими» шумами

1 Короткі теоретичні відомості

В повсякденній мові «шум» означає небажаний або неприємний звук. У контексті обробки сигналів, він має два різних значення:

1. Як і в повсякденній мові, це може означати будь-який небажаний сигнал. Якщо два сигнали заважають один одному, кожен сигнал розглядатиме інший як шум.

2. «Шум» також відноситься до сигналу, який містить компоненти на багатьох частотах, тому йому бракує гармонійної структури періодичних сигналів.

У цій роботі йдеться про другий вид.

Найпростіший спосіб зрозуміти шум — це генерувати його, а найпростіший тип шуму це некорельований рівномірний шум (НР шум). «Рівномірний» означає, що сигнал містить випадкові значення з рівномірного розподілу, тобто кожне значення в діапазоні однаково ймовірне. «Некорельований» означає, що значення незалежні, тобто знання одного значення не дає інформації про інші. Часова діаграма НР-шуму представлена на рис. 1.

Спектр НР-сигналу показано на рис. 2. Амплітуди, що відповідають різним частотам також є випадковими величинами, і певної залежності амплітуди від частоти не спостерігається. Іншими словами, всі частоти представлені в спектрі рівною мірою. По аналогії з оптикою такий шум називають **білим шумом**, оскільки саме білий колір характеризується рівним наповненням на всіх частотах.

Не кожен шум є некорельованим. Так, наприклад, у випадку **броунівського шуму** амплітуда сигналу змінюється в кожен момент часу випадковим чином, але не більше як

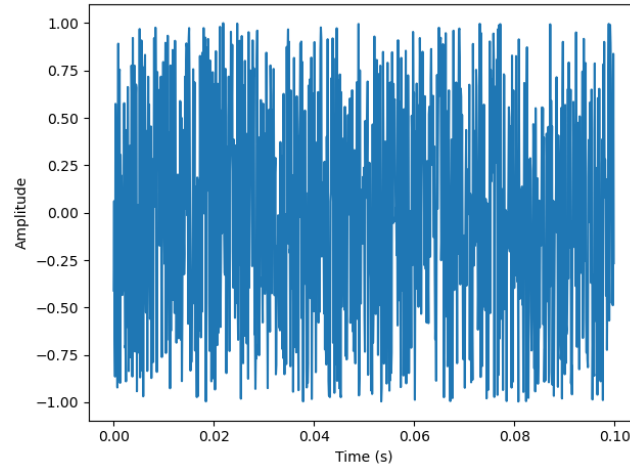


Рис. 1: Некорельований рівномірний («білий») шум

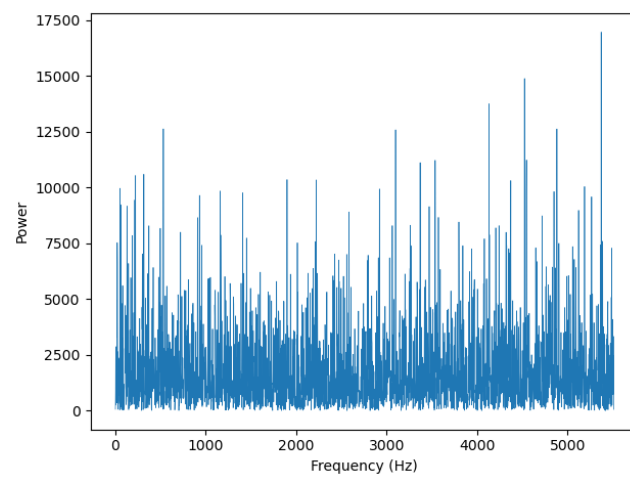


Рис. 2: Спектр білого шуму

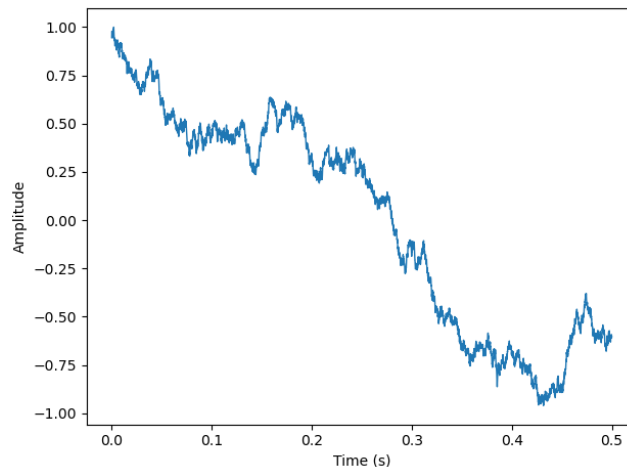


Рис. 3: Броунівський («червоний») шум

на певну, порівняно невелику величину, див. рис. 3. Таким чином, значення амплітуди в кожен момент часу до певної міри залежить від амплітуди в попередній момент.

В спектрі броунівського шуму переважають низькі частоти, а із зростанням частоти амплітуда зменшується зворотно пропорційно до квадрата частоти:

$$A = \frac{K}{f^2}.$$

Через переважання низьких частот такий шум назвали «червоним», адже саме для червоного кольору характерне переважання низьких частот в спектрі. Цю формулу можна узагальнити і на випадок білого шуму, змінивши показник степені з 2 на 0. І, нарешті можна згенерувати шум із проміжним значенням показника степені. Зокрема, у випадку показника степені 1 отримаємо так званий «рожевий» шум. Співвідношення спектрів білого, червоного та рожевого шумів показано на рис. 4.

Переліченими кольорами не обмежується «палітра» шумів. За особливостями спектру виділяють також синій, фіолетовий, зелений, сірий, помаранчевий і навіть чорний шум. За подробицями можете звернутись до лекційної презентації.

2 Завдання

1. Ознайомтеся з матеріалами презентації 04_Шум із тематики роботи.
2. В робочому пакеті відкрийте блокнот `chap_04.ipynb`. Ознайомтеся з поясненнями та прикладами, що до нього входять.
3. Сформууйте новий блокнот для виконання робочого завдання. Завантажте .wav файл із записом шуму відповідно до варіанту завдання. Утворіть з нього вейв, прослухайте аудіо та побудуйте часову діаграму.

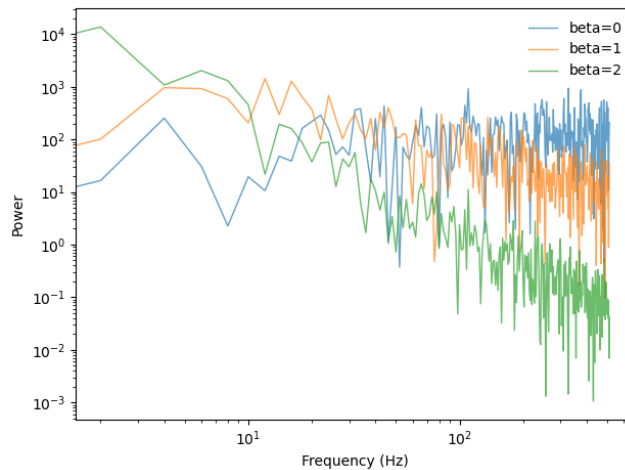


Рис. 4: Спектри червоного рожевого та білого шумів

4. Виділіть 3-4 фрагменти вейву довжиною близько 0.5 с для різних моментів часу. Побудуйте спектри сигналу для цих фрагментів.

5. Порівняйте отримані спектральні характеристики, дайте загальний опис характерних особливостей спектру досліджуваного шуму.

Вказівки

Файли із записом шуму містяться в папці **SoftMurmur**, що знаходиться в папці **Code** поруч із **DSP-main**. Враховуючи порівняно великий розмір файлів звукозапису, можна обмежитись завантаженням лише одного файла відповідно до свого завдання.

Ім'я кожного файла складається з цифрового префіксу, що однозначно ідентифікує файл, та текстової частини, що певною мірою пояснює походження даного запису (що за шум записано).

Для довідки про застосування методів завантаження, перетворення та обробки сигналів можна звертатися до прикладів з роботи 1.

3 Контрольні запитання

1. Що називають шумом в обробці сигналів?
2. Чим відрізняється спектр шуму від спектра гармонійного сигналу?
3. Що означають назви кольорів в назвах шумових сигналів?

Вар.	Файл
1	105272__inchadney__strong-wind-in-the-forest.wav
2	127596__juskiddink__wind-in-birch-treesa-passing-sheep.wav
3	132534__inchadney__fireplace.wav
4	136977__audionautics__crowd-long.wav
5	13793__soarer__north-sea.wav
6	139337__felixblume__wind-is-blowing-in-the-grass-of-a-patagonian-plain-wind-is-blowing-in-the-trees-in-background-tierra-del-fuego-argentina.wav
7	141251__oroborosnz__thunder-storm.wav
8	122117__kyster__rain-late-at-night.wav
9	173920__matias44__murmulo-restaurante-murmur-restaurant.wav
10	193335__soundman9826__rain-and-thunder.wav
11	194209__klangfabrik__rainstorm.wav
12	22604__martypinso__dmp010037-cricket-texas.wav
13	56611__inchadney__morning-in-the-country.wav
14	83986__inchadney__fireplace.wav

Табл. 1: Індивідуальні завдання для дослідження