

ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИДУШЕННЯ ВЛАСНИХ ШУМІВ МІКРОФОНА В АУДІО СИГНАЛІ

Кот М. Г., аспірант; Степанов М. М., д.т.н., професор

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

Радіотехнічний факультет, м. Київ, Україна

Задача придушення шумів в корисних аудіо сигналах є актуальною в наш час. Наявність високого рівня шумових складових погіршує точність класифікації корисних сигналів системами звукового моніторингу.

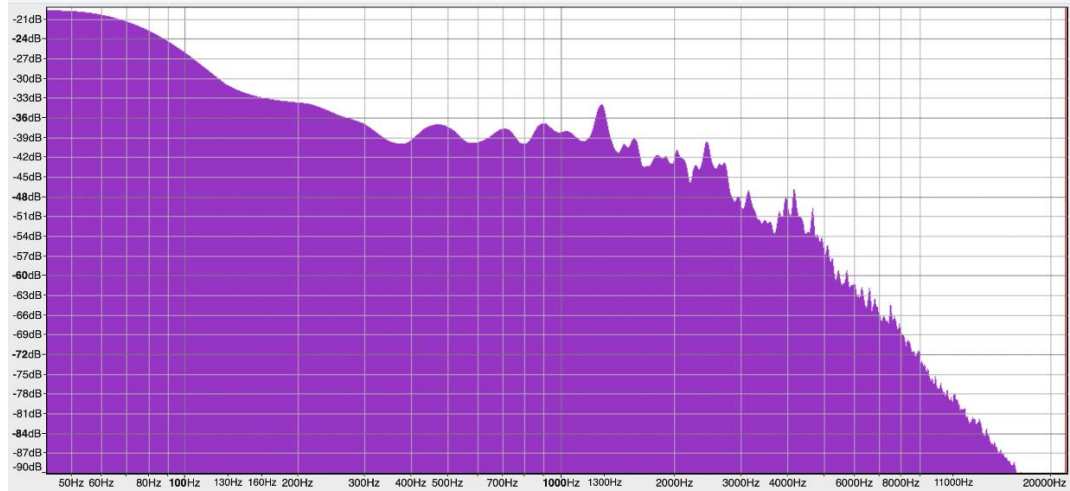
Дана робота присвячена порівнянню методів, які використовувалися для виділення корисної складової, яка була записана мікрофоном. Наявність зовнішніх шумів ігнорується.

Для моделювання був взятий тестовий сигнал з GitHub репозиторію [1], який відноситься до категорії двигунів та буде називатися далі ідеальним. У якості шуму використовується білий шум Гауса [2] і який був згенерований у програмному забезпеченні Audacity [3]. Співвідношення сигнал/шум (SNR) дорівнює 16,51 дБ для імітації мікрофона поганої якості. Для оцінки якості придушення шуму будуть використані SNR та втрати середньоквадратичної помилки (MSE) до придушення та після [4]. Зашумлений тестовий сигнал складається з суми сгенерованої небажаної складової та ідеального сигналу. Спектри ідеального та тестового сигналу зображені на рис. 1, а та б, відповідно.

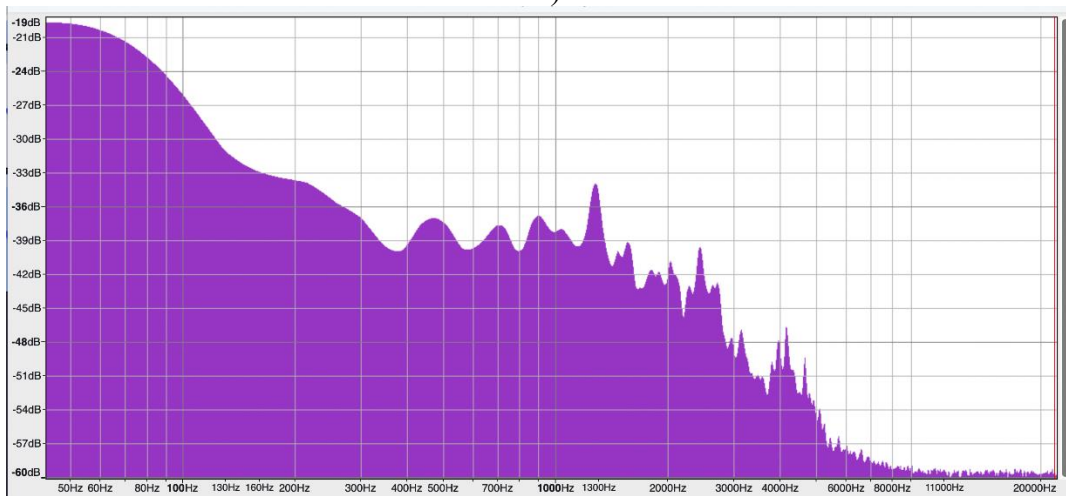
Вейвлет перетворення дозволяє працювати з сигналом у часовій та частотній областях. Під час моделювання були використані вейвлет-функції різних порядків з наступних сімейств: Biorthogonal, Coiflet, Daubechies, Symlet.

Найоптимальнішим вейвлетом став coif17, який забезпечив зростання SNR на 5,13 дБ та покращення MSE на 69,31%, з двома рівнями вейвлет розкладання. Спектр сигналу після фільтрації шумів зображено на рис. 2.

Другим методом для порівняння якості придушення шумів слугує RLS алгоритм. Для нього у якості бажаного сигналу використовується суміш ідеального сигналу і нового шуму, який має коефіцієнт кореляції 0,8 між першим сгенерованим шумовим сигналом. Під час проведення моделювання було встановлено, що мінімальне значення фактора забування для успішного придушення шуму становить 0,999. При використанні цього значення максимальне покращення SNR на 9,17 дБ було отримано для фільтра третього порядку. При наближенні значення фактора забування до 1 якість придушення шумової складової покращиться. На рис. 3 зображений спектр відфільтрованого сигналу.



а)



б)

Рис. 1. Спектри сигналів: а) - ідеального сигналу ; б) - тестового сигналу

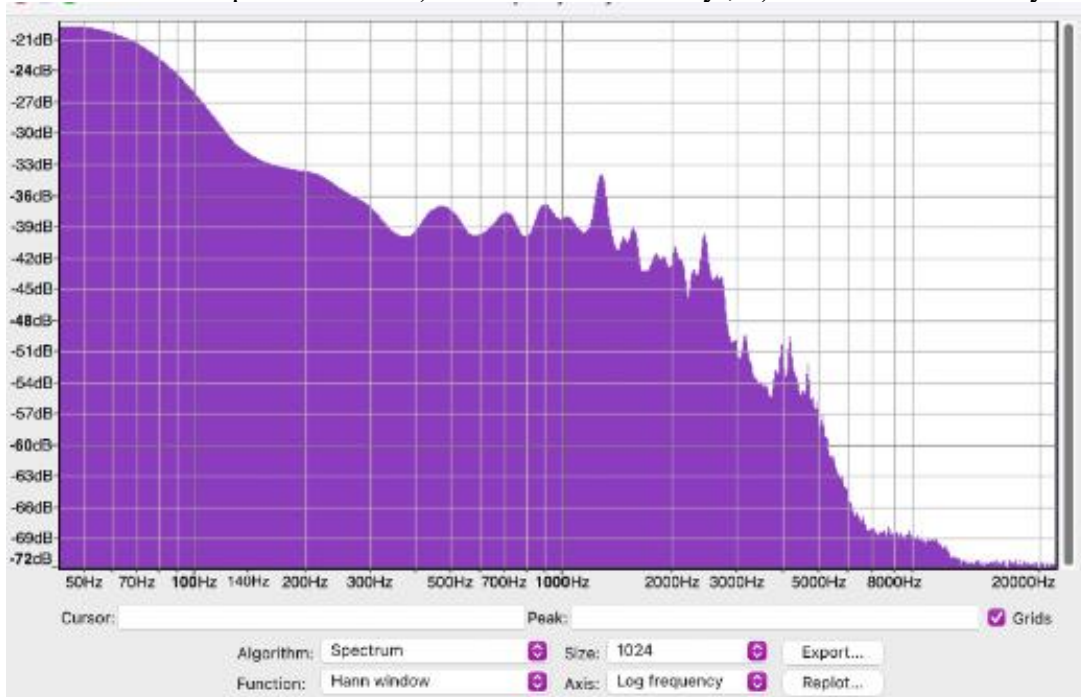


Рис. 2. Спектр відфільтрованого сигналу за допомогою вейвлет перетворення

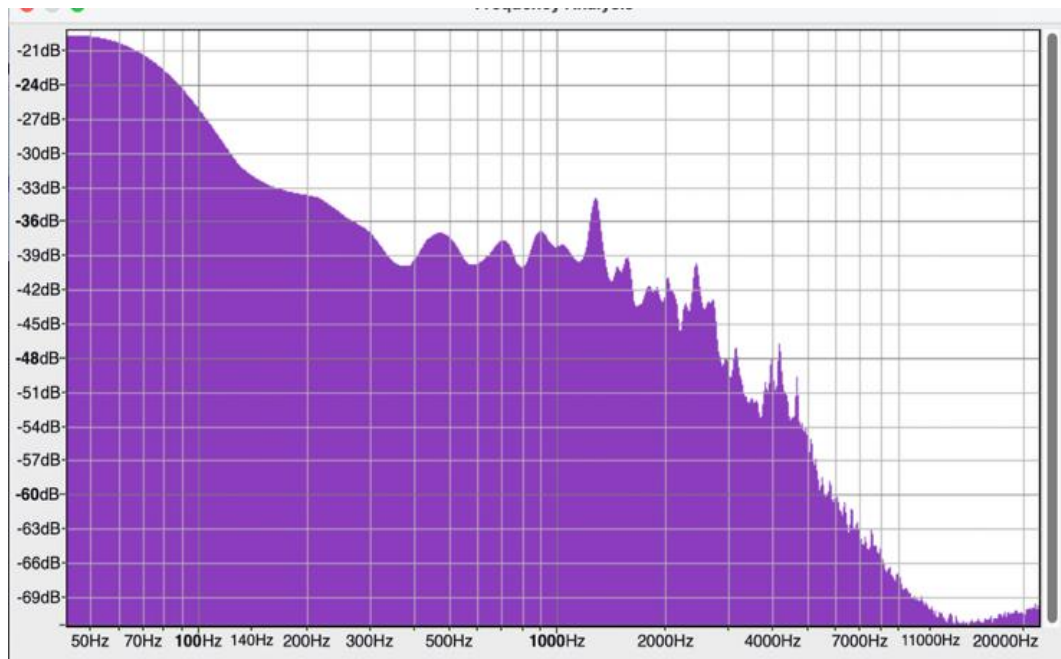


Рис. 3. Спектр відфільтрованого сигналу за допомогою RLS алгоритму

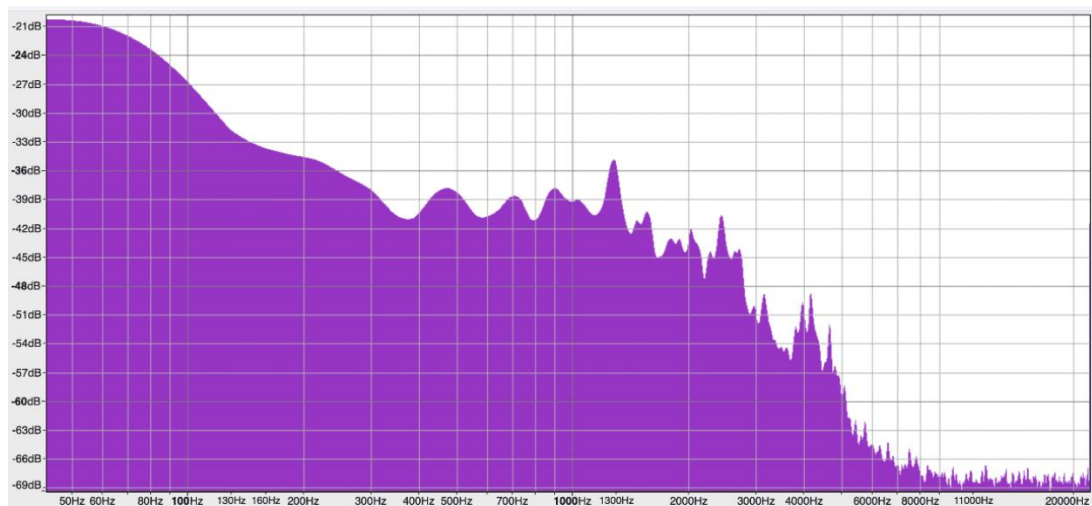


Рис. 4. Спектр відфільтрованого сигналу за допомогою Power spectrum subtraction

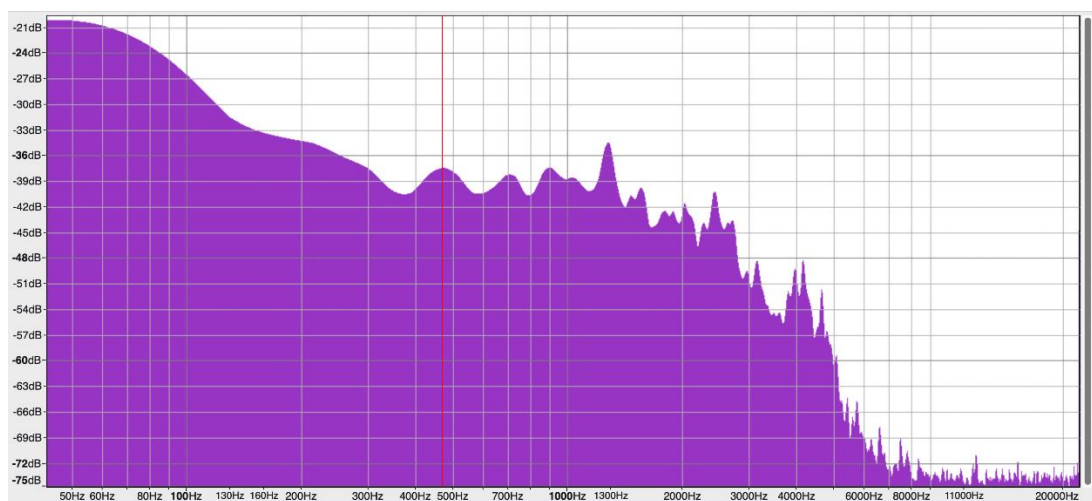


Рис. 5. Спектр відфільтрованого сигналу за допомогою Magnitude spectrum subtraction

У якості останнього методу для шумопридушення був застосований метод спектрального віднімання, що передбачає оцінку спектра корисного сигналу шляхом віднімання середнього спектра шуму від спектра зашумованого сигналу[5]. Під час моделювання використано два його варіанти: віднімання у спектрі потужності та у спектрі амплітуди. Перший забезпечив покращення SNR на 4,89 дБ і зменшення MSE на 67,57%, тоді як другий дав гірші результати — підвищення SNR на 3,59 дБ і MSE на 56,25%. Відповідні спектри наведені на рис. 4 та 5.

Отже, у роботі була проведена порівняння ефективності фільтрації шуму у аудіосигналі. Використання вейвлет перетворення дозволило збільшити SNR на 5,13 дБ, spectral subtraction покращило відношення сигнал/шум на 4,89 дБ ждя віднімання спектру потужності та на 3,59 дБ для віднімання спектру амплітуди; застосування RLS алгоритму зменшило шумову складову на 9,17 дБ.

Перелік посилань

1. Piczak K. ESC: Dataset for Environmental Sound Classification [Електронний ресурс] / Karol Piczak // Proceedings of the 23rd Annual ACM Conference on Multimedia. – [Б. м.], 2015. – С. 1015–1018. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1145/2733373.2806390>. – Назва з екрана.
2. Brixen E. The basics about noise in mics [Електронний ресурс] / Eddy Brixen // Pro-audio microphones - DPA Microphones. – Режим доступу: <https://www.dpamicrophones.com/mic-university/technology/the-basics-about-noise-in-mics/>. – Назва з екрана.
3. Audacity | Free Audio editor, recorder, music making and more! [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.audacityteam.org>. – Назва з екрана.
4. Wieland B. Speech Signal Noise Reduction with Wavelets [Електронний ресурс] : Diplomarbeit / Wieland Bernhard. – Ulm, 2009. – 137 с. – Режим доступу: https://www.uni-ulm.de/fileadmin/website_uni_ulm/uzwr/wieland/wieland-diplomarbeit-speech-signal-noise-reduction-with-wavelets.pdf. – Назва з екрана.
5. Vaseghi S. Advanced Digital Signal Processing and Noise Reduction / Saeed Vaseghi. – 3-тє вид. – [Б. м.] : John Wiley & Sons, 2006.

Анотація

У даній роботі проведено порівняння ефективності придушення шуму у аудіо сигналі за допомогою вейвлет перетворення, методу спектрального віднімання та RLS алгоритму.

Ключові слова: сигнал, шум, придушення, ефективність.

Abstract

This paper compares the effectiveness of noise suppression in audio signals using wavelet transformation, spectral subtraction, and the RLS algorithm.

Keywords: signal, noise, suppression, effectiveness