

## ЕМПІРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕНЬ ДЛЯ АНАЛІЗУ ФОНОКАРДІОГРАМИ СЕРЦЯ

Яцишин Іван, Сілагін Олексій

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

В даному дослідженні було проведено ряд експериментів по аналізу фонокардіограми (далі ФКГ) серця. Метою дослідження було виявлення вейвлета найбільш придатного для задачі передобробки ФКГ для подальшого статистичного аналізу і класифікації ФКГ як ФКГ здорового серця чи ФКГ серця хворого на стеноз гирла аорти. Розглянуто результати роботи вейвлетів сімейства Добеші, сімлет-вейвлетів, Хаар-вейвлета і дискретного вейвлета Мейера. За результатами дослідження найбільш оптимальним вейвлет-базисом виявлено функцію Добеші другого порядку.

### Abstract

*This research presents results of analyzing effectiveness of number of wavelets on the task of preprocessing phonocardiogram (PCG) for further statistical analysis and classification as PCG of heart ill with aortic stenosis or PCG of healthy heart. Two types of samples (ill and healthy heart PCGs) were subjected to discrete-wavelet transform with Haar, Daubeches, symlets and Discrete Meyer wavelets as basis function, resulting sequences were statistically analysed. Level two Daubeches wavelet found out to be best suited for this particular task.*

### Вступ

За оцінками Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я кожного року від хвороб серцево-судинної системи помирає понад 17 мільйонів людей[6], більшість з цих смертей спричинена інфарктом чи інсультом. В Україні показник смертності від серцево-судинних захворювань (ССЗ) невпинно зростає і на даний час становить близько 65%.

Одним з найпоширеніших пороків серця є обструкція аортального клапана серця[1], це набутий порок серця що призводить до блокади клапану аорти. Іншою назвою цього захворювання є стеноз аортального клапану.

Покращення такої ситуації можливо через створення нових засобів детектування цього захворювання і, що найбільш важливо, – доступних засобів. Таких як автоматизовані системи діагностування захворювань. Подібні системи дозволили б покращити доступність самодіагностики цього захворювання, адже головним фактором, що створює складність для самодіагностики є недостатність професійних знань і навичок аускуляції.

### Постановка задачі

На даний час найбільш перспективним методом аналізу біометричних сигналів є вейвлет-аналіз, тому для аналізу ФКГ доцільно використовувати методи вейвлет-аналізу, а саме дискретне вейвлет-перетворення. Але, на даний момент відносно відкритим залишається питання вибору найбільш оптимального вейвлета, зокрема вибору вейвлета для аналізу ФКГ на предмет присутності ознак стенозу гирла аорти. Мета даного дослідження дослідити ефективність використання найбільш відомих вейвлетів для аналізу ФКГ на предмет стенозу гирла аорти.

### Вирішення задачі

В якості вхідних даних було використано два семпли, один здорового серця і один з явними ознаками стенозу аортного клапану, приблизно однакової тривалості. Обидва

семпла були спочатку піддані фільтрації всіх частот поза діапазоном 10-500 Гц за допомогою фільтра Баттерворта [7]. Після цього обидва семпла були звужені до константної величини в 4000 замірів для зменшення розмірності даних, що аналізуються. Ці два результуючі вектори були піддані однорівневому дискретному вейвлет-перетворенню з використанням вейвлетів Добеші першого-двадцятого порядку [3], симлетів (симетричної модифікації вейвлетів Добеші) [4], вейвлету Хаара [5] і дискретного вейвлета Мейра [2].

Результуючі сигнали було виведено в графічному вигляді для подальшого порівняльного аналізу і виявлення вейвлета, який найбільше підкреслює цільові ознаки сигналу. Також були виміряні суми абсолютних амплітуд груп значень сигналу, для подальшого аналізу на предмет можливості використання в якості вхідного вектору для класифікатора.

Головною метою було знайти такий вейвлет, який буде найбільше підкреслювати цільові групи значень сигналу. Для аортного стенозу цільовою групою є період між систолою та діастолою (рис 1):

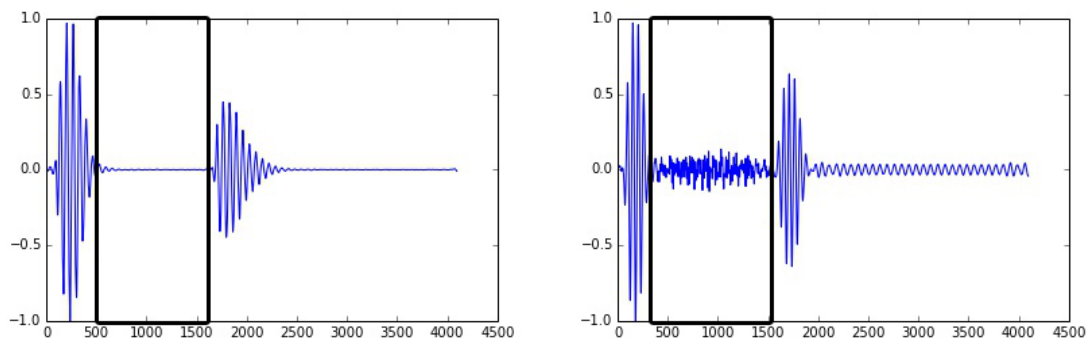


Рисунок 1 - Зліва: графік ФКГ нормального серця, справа: графік ФКГ серця хворого на стеноз клапану аорти, період між систолою і діастолою обведено прямокутником

Також одним з критеріїв було знайти такий вейвлет, який дозволив би використовувати лише один рівень вейвлет-декомпозиції задля покращення обчислювальної складності методу.

### Результати дослідження

В ході дослідження було виявлено, що найбільший ефект підсилення ознак в цільовій групі значень досягається з використанням вейвлета Добеші другого порядку, чи аналогічного симлета (також другого порядку). Вейвлет Хаара показав результати близькі до додатних. Вейвлети старших порядків сімейства Добеші показали слабопомітні результати, або ж і зовсім регрес порівняно з початковим сигналом. Дискретний вейвлет Мейера показав результати аналогічні до вейвлетів старших порядків із сімейства Добеші.

На рисунку 2 зображено результати для вейвлета Добеші другого порядку. Як можна бачити на графіку, цільова група значень на ФКГ хворого серця, між систольною і діастольними флуктуаціями має суттєво збільшену середню амплітуду коливань порівняно з оригіналом. Про це свідчать і вектори абсолютних сум 10-ти пропорціональних відрізків сигналу.

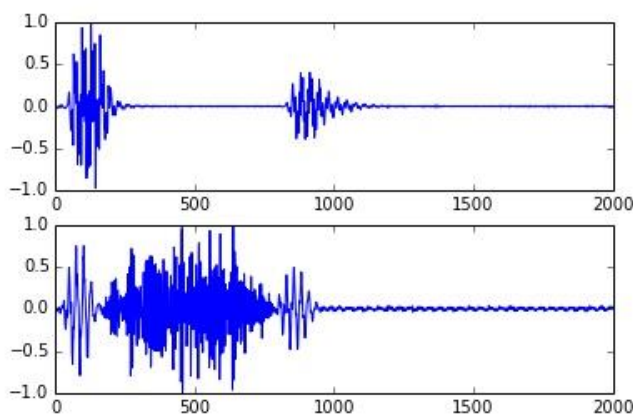


Рисунок 2 - Графіки коефіцієнтів деталей при використанні вейвлету Добеші другого порядку на ФКГ здорового серця (зверху) і на ФКГ хворого серця (знизу).

Таблиця 1 - Суми 10 рівних відрізків сигналу для ФКГ здорового та хворого серця

№ групи значень	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ФКГ здорового серця	44.04 6	3.179	0.445	0.431	20.20 8	4.08 8	0.62 7	0.36 3	0.61 3	0.49 5
ФКГ хворого серця	33.33 1	49.82 3	58.49 8	34.22 1	22.53 5	2.18 9	2.09 2	2.06 2	1.95 8	2.04 1

Різницю в значеннях між групами 1, 2 і 6 можна віднести на рахунок різниці в фазі обох сигналів, але, не зважаючи на це, різниця між сумами в групах 3 і 4 явно характеризує підкреслені деталі в цільовій групі значень.

### Висновки

Для заданих вхідних семплів з усіх протестованих базисних функцій найбільш відповідною до заданих критеріїв було виявлено вейвлет Добеші другого порядку.

### Список використаних джерел:

1. [http://en.wikipedia.org/wiki/Aortic\\_valve\\_stenosis](http://en.wikipedia.org/wiki/Aortic_valve_stenosis)
2. [http://en.wikipedia.org/wiki/Meyer\\_wavelet](http://en.wikipedia.org/wiki/Meyer_wavelet)
3. [http://en.wikipedia.org/wiki/Daubechies\\_wavelet](http://en.wikipedia.org/wiki/Daubechies_wavelet)
4. <http://en.wikipedia.org/wiki/Symlet>
5. [http://en.wikipedia.org/wiki/Haar\\_wavelet](http://en.wikipedia.org/wiki/Haar_wavelet)
6. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/ru/index2.html>
7. [http://en.wikipedia.org/wiki/Butterworth\\_filter](http://en.wikipedia.org/wiki/Butterworth_filter)