

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
WROCLAW UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ



Національний університет
водного господарства
та природокористування



ІНТЕГРОВАНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ (ІРТК-2017)

ДЕСЯТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ

16-17 травня 2017 р.
Київ, Україна

ЗБІРКА ТЕЗ

Київ
2017

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова:

Квасніков В.П. д.т.н., проф., Заслужений метролог України, зав. каф. комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій НАУ, м. Київ.

Члени комітету:

Васильєв А.Й. д.е.н., проф., Президент Інженерної академії України, Заслужений діяч науки і техніки України, академік Міжнародної Інженерної академії, м. Харків.

Власенко В.О. д.т.н., проф., каф. технології університету Ополя, Республіка Польща.

Древецький В.В. д.т.н., проф., зав. каф. автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій Національного університету водного господарства та природокористування, віце-президент Інженерної академії України, м. Рівне.

Радєв Х.К. д.т.н., проф., Технічний університет, м. Софія, Болгарія.

Черновол М.І. член-кор. Національної аграрної академії України, д.т.н., проф., ректор Центральноукраїнського НТУ, м. Кропивницький.

Хлебус Е. д.т.н., проф., зав. каф. лазерних технологій, автоматизації та організації виробництва, Вроцлавська Політехніка, Республіка Польща.

Острофські К. д.т.н., проф., декан Краківського сільськогосподарського університету, Республіка Польща.

Мічинські Я. д.т.н., проф., зав. каф. Краківського сільськогосподарського університету, Республіка Польща.

Хойніцкі Ю. Ph.D., проф., заст. декана Варшавського університету природничих наук, Республіка Польща.

Serhiy Kovala Ph.D., MBA, CTP Senior Lecturer, Department of Informatics and Operations Management Faculty of Business and Law Kingston University.

Yahya S.H. Khraisat Ph.D., Al_Balda Applied University / Al-Huson University College, Irdan, Jordan.

Відповідальний редактор: Шелуха О.О.

Рекомендовано до друку вченою радою Інституту інформаційно-діагностичних систем НАУ (протокол № 5 від 10 травня 2017 р.)

Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2017).

Десята міжнародна науково-практична конференція 16-17 травня 2017 року, Київ, Україна. – К.: НАУ, 2017. – 314 с. (збірка тез)

Містить результати наукових, експериментальних та теоретичних досліджень вчених та аспірантів.

Матеріали можуть бути корисними науковим співробітникам, інженерно-технічним працівникам, аспірантам та студентам старших курсів вузів, що спеціалізуються в галузі автоматизованих систем управління робототехнічних комплексів та прогресивних інформаційних технологій.

Петренко М.А. Аналіз паливовимірювальних пристроїв для використання у безпілотних літальних апаратах сільськогосподарського призначення.	56
Третяк В.В. Розробка учбових програмних комплексів для проектування імпульсних технологій при виготовленні складних листових деталей.	58
Фесенко С.В., Шибецький В.Ю. Встановлення особливостей виникнення систематичної похибки вимірювань ДУСУ в полі дії ультразвукового випромінювання.	61
СЕКЦІЯ 3. Вимірювальна техніка. Метрологія, стандартизація та сертифікація	63
Sokotun Zh., Koshelieva O., Zubretska N., Fedin S. Improving the effectiveness for evaluation of measuring systems without repeatability of measurement.	64
Suslov E., Nozhenko O., Mostovych A. Strain gauge measurement data analyzing for flat wheel detection.	66
Zubretska I., Fedin S. Linearization of the thermistor temperature dependence.	68
Безвесільна О.М., Трофименко В.І., Чепюк Л.О. Припустима похибка вимірювання швидкості складних навігаційних систем.	70
Безвесильная Е.Н., Хильченко Т.В. Похибка від впливу шумів різного походження двоканального МЕМС ємнісного гравіметра.	73
Березкін А.Л., Кучеров Д.П. Обчислення центральної частоти модульованих за частотою сигналів.	75
Брагинець І.О., Кононенко О.Г., Масюренко Ю.О. Застосування оптичного методу для безконтактного контролю геометрії та налагодження великогабаритних виробів.	78
Васілевський О.М., Присяжнюк В.В. Процедура розробки методики виконання вимірювань.	80
Вітрук Р.О., Щербак Л.М. Зменшення інтенсивності шумів ЕКГ сигналів з використанням методу декомпозиції EMD та EEMD.	83
Вітрук Р.О., Щербак Л.М. Метод визначення придатності ЕКГ сигналу для діагностики.	86
Гордонна Ю.О., Науменко Н.А., Белокур І.П. Сертифікація персонала по контролю напружено-деформованого состояния металоконструкцій.	89
Граняк В.Ф., Кухарчук В.В., Квасніков В.П. Метод та засіб магнітопружного контролю механічної жорсткості вузлів конструктивних елементів силових електричних машин.	92
Єременко В.С., Яремко Ю.В. Метод визначення демпфівувальних характеристик гасників коливань залізничного транспорту.	95

ЗМЕНШЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ШУМІВ ЕКГ СИГНАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДИ ДЕКОМПОЗИЦІЇ EMD ТА EEMD

Вітрук Р.О., аспірант, НТУУ «КПІ» ім. І. Сікорського
Щербак Л.М., професор, Національний авіаційний університет

Відомо, що для зменшення артефактів та шумів ЕКГ сигналів (м'язовий тремор, дрейф ізоліній, порушення контакту електродів) використовуються цифрові фільтри, такі як рекурсивні фільтри (IRR) [1], нерекурсивні фільтри (FIR) [2], набори фільтрів, поліноміальний фільтр і оптимальний фільтр Вінера.

Також використовуються методи декомпозиції сигналів на компоненти для зменшення шуму, в тому числі і зменшення шуму в ЕКГ сигналах. Вони включають в себе незалежний аналіз компонентів, емпіричну модову декомпозицію та множинну емпіричну модову декомпозицію.

Модель досліджуваного ЕКГ сигналу має наступний вигляд:

$$x(n) = d(n) + v(n), n = \overline{1, N}, \quad (1)$$

де $d(n)$ відображає корисний вихідний ЕКГ сигнал, а $v(n)$ - шум, який є завадою.

Емпірична модова декомпозиція (EMD) являє собою ітеративний процес, при реалізації якого сигнал розкладається на компоненти, а саме на емпіричні моди сигналу (IMF). Із досліджуваного сигналу $x(n)$, нижня і верхня огинаючі ($env_l(n)$ та $env_u(n)$) визначаються інтерполяцією кубічними сплайнами локальних максимуму і мінімуму сигналу. Середні цих огинаючих забезпечують наближене значення нижніх частот, представлених в сигналі, $x(n)$ які віднімаються від сигналу для отримання залишкового сигналу

$$\tilde{x}(n) = x(n) - \frac{1}{2}(env_l(n) + env_u(n)) \quad (2)$$

Цей процес повторюється і для наступних сигналів, поки середнє значення, знайдене через огинаючі буде близьким до нуля, а максимум та мінімум рівні або відрізнятимуться на одиницю. Результуючий сигнал в цій точці є першою емпіричною модою ($IMF_1(n)$). Друга емпірична мода знаходиться при виконанні того ж процесу над залишковим сигналом, $IMF_1(n)$. Для кожної ітерації процесу отримується нова емпірична мода та залишкова функція, і процес зупиняється, коли залишковий сигнал стає монотонним. На даному етапі отримана, певна кількість, емпіричних мод (IMFs), наприклад k , а вихідний сигнал можна представити у вигляді:

$$x(n) = r_k(n) + \sum_{i=1}^k IMF_i(n) \quad (3)$$

де $r_k(n)$ – залишкова функція після отримання IMF_k

Множинна емпірична модова декомпозиція (EEMD) описується як метод аналізу даних з використанням шумів, в якому проблема змішування режимів, пов'язана з EMD, зменшується шляхом усереднення численних результатів емпіричної модової декомпозиції. Це досягається шляхом моделю-

вання декількох варіантів білого шуму і додавання їх до сигналу $x(n)$ для генерування $x_v(n)$ ($v = 300 - 1000$), як показано в рівнянні (4) і виконання емпіричної модової декомпозиції на кожному з них.

$$x_v(n) = x(n) + \varepsilon w_v(n) \quad (4)$$

де ε – числовий коефіцієнт, який управляє інтенсивністю добавленого білого шуму. Середні значення цих варіантів емпіричних мод $x_v(n)$ породжують скінченні емпіричні моди.

Запропоновані методи протестовані на змодельованих даних (ЕКГ сигнал з шумовою компонентою), а результати кількісно порівнюються по збільшенню відношення сигнал-шум (SNR).

Ефективність методів оцінюється шляхом проведення досліджень на двох типах (тип-I та тип-II) змодульованих ЕКГ сигналах із шумовим компонентом. Сигналу типу I генеруються шляхом додавання низьких (0,1 Гц) та високих (50 Гц) синусоїд до бажаних ЕКГ сигналів ($d(n)s$), а сигнали типу II генеруються шляхом додавання трьох синусоїд (0,1 Гц, 7 Гц та 50 Гц) до $d(n)s$. Синусоїду 0,1 Гц вибрано для врахування можливого дрейфу ізолінії, викликаного диханням, синусоїду 7 Гц вибрано для створення шуму в межах смуги пропускання ЕКГ. Інтенсивності всіх компонентів шуму масштабуються рівномірно, так що вони вносять однаковий вклад в необхідні значення вхідного значення SNR. По п'ять наборів сигналів типу I та типу II генеруються відповідно з 5 сигналами ЕКГ при 5 різних значеннях вхідного SNR.

В EMD компоненти шуму визначаються із результуючих емпіричних мод. Регулювання амплітуди доданого білого шуму в рівнянні (4) важливо для регулювання режиму змішування, уникаючи при цьому надлишкових IMF. Дані аналізуються на кожному рівні SNR для вибору відповідної амплітуди білого шуму.

Таблиця 1. Порівняння вихідних значень SNR на сигнал I типу.

Вхідний SNR (дБ)	Вихідний SNR (дБ)											
	Тип I						Тип II					
	ЕКГ1	ЕКГ2	ЕКГ3	ЕКГ4	ЕКГ5	Avg	ЕКГ1	ЕКГ2	ЕКГ3	ЕКГ4	ЕКГ5	Avg
EMD												
-10	-6.19	-5.67	-5.96	-4.19	-6.52	-5.69	-11.59	-10.66	-11.84	-11.39	-11.93	-11.48
-5	7.63	0.11	-0.68	-0.13	-1.21	1.14	-6.54	-5.70	-5.70	-5.25	-6.74	-5.99
0	3.84	3.80	4.86	3.10	3.35	3.79	-1.08	-1.52	-1.64	-1.14	-0.72	-1.22
5	6.14	8.16	6.69	7.16	7.87	7.20	2.28	2.14	0.98	1.11	2.62	1.83
10	9.83	7.70	7.89	8.87	11.36	9.13	3.83	4.62	3.31	4.86	5.37	4.40
EEMD												
-10	7.27	10.11	11.72	11.38	12.69	10.63	-0.05	-0.37	-0.06	-0.42	0.035	-0.17
-5	15.55	15.43	16.62	15.04	18.25	16.18	4.56	2.57	2.57	3.08	3.86	3.33
0	17.93	17.48	18.14	16.37	19.54	17.89	6.52	6.25	6.17	4.77	3.36	5.41
5	18.55	16.56	18.34	15.85	12.49	16.36	8.86	8.64	8.47	7.33	7.25	8.11
10	18.31	16.69	15.64	15.81	21.13	17.52	10.01	9.30	9.82	8.03	10.44	9.52

Таблиця 1 відображає результати, отримані при використанні методів EMD та EEMD для змодельованих сигналів типу I та II для 5 ЕКГ сигналів на 5 різних вхідних значень SNR. З результатів таблиці видно, що результати роботи методу EEMD в середньому мають кращі значення вихідних SNR для 5 значень вхідних SNR. З іншої сторони, результати EMD показують значно менше покращення і навіть зниження середнього значення SNR (9.13 дБ) для випадку із вхідним SNR 10 дБ. Це зниження, можливо, було викликано змішуванням мод в EMD, де частотні компоненти ЕКГ проходять в компоненти шуму. Результати чітко вказують на перевагу методу EEMD над методом EMD. Тим не менше, в обох випадках отримані вихідні SNR набагато менші, ніж для сигналів I типу. Рисунок 1 показує перекриття спектру IMF всередині смуги пропускання ЕКГ, що призводить до того, що опорний сигнал шуму для синусоїди 7 Гц містить один із варіантів ЕКГ сигналів без шуму.

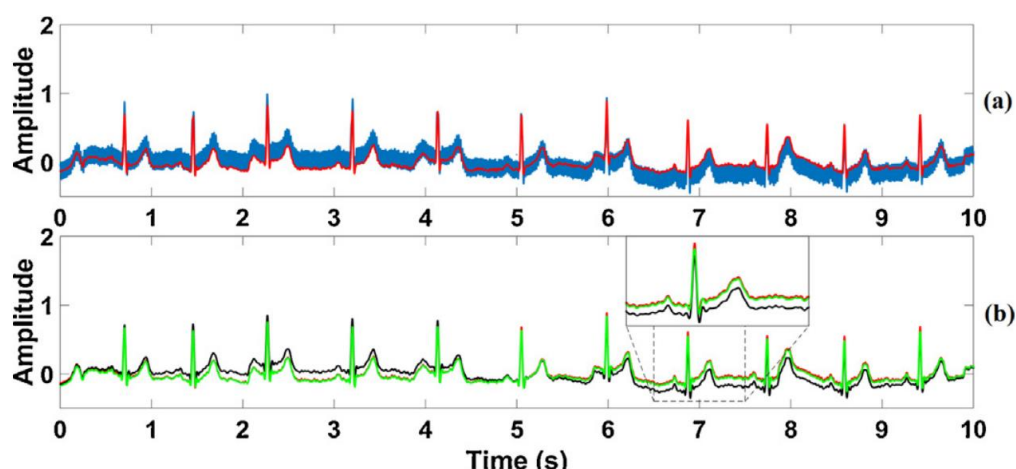


Рисунок 1. Часові графіки вихідного та сигналу I типу після усунення шумів з використанням методів EMD та EEMD. (a) Вихідний сигнал та сигнал із шумом. (b) Вихідний сигнал та сигнали з шумом після використання EMD та EEMD.

Часові графіки зменшених ЕКГ сигналів з використанням EMD та EEMD по сигналу I типу зображено на рисунку 1. Вихідний сигнал методу EEMD явно вказує, що він точно відповідає бажаному ЕКГ сигналу, тоді як результат від методу EMD зберігає деякі низькочастотні складові шуму.

Таким чином по результатам моделювання використання EEMD є більш ефективним для обробки ЕКГ сигналів в порівнянні з EMD.

Література

1. J.A. Van Alste, T.S. Schilder, Removal of base-line wander and power line interference from the ECG by an efficient FIR filter with a reduced number of taps, in: Proceedings of the 2nd International Conference on vol. 32, 1985, pp. 1052–1060.
2. M.S. Chavan, R.A. Agarwala, M.D. Uplane, Suppression of baseline wander and power line interference in ECG using digital IIR filter, Int. J. Circuit Syst. Signal Process. 2 (2) (2008) 132–142.
3. C. Kang-Ming, Arrhythmia ECG noise reduction by ensemble empirical mode decomposition, Sensors 10 (6) (2010) 6063–6080.