

Таблиця 2

n	0	1	2	3	4	5	6	7
$x(n)$	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4

Висновки

Запропонована нормалізації вейвлет перетворення не використовує нееквідистантні відстані при обчисленні; підлаштовується не трансформанта перетворення (вейвлет обраного масштабу) під сигнал, а сигнал під трансформанту; інформація про відмінність тестового сигналу від трансформанти зберігається в корегуючих коефіцієнтах; можна працювати з кратномасштабними тестовими сигналами.

Література

1. Schwartz M., Shaw L. Signal processing, discrete spectral analysis, detection and estimation. – MacGraw-Hill. – Tokyo, 1975.
2. Найкін С. Digital communication. – J. Willey & Sons Inc. – 1988.
3. Ян І. Нелинейные согласованные фильтры для анализа различий // Радиоэлектроника. – 1999. - №6. – С.51-58.
4. Рыбин А.И. Нормализация дискретных ортогональных преобразований тестовым сигналом // Радиоэлектроника. – 2004. - №7. – С.39-46.
5. Рыбин А.И., Григоренко Е.Г. Алгоритм подстройки дискретного ортогонального преобразования под тестовый сигнал // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія Приладобудування. – 2004. - №27. – С.122-128.
6. Рибін О.І., Шарпан О.Б. Діагностичні можливості процедури нормалізації ортогональних функцій при аналізі пульсограм // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – 2004. – т.1. - №4. – С.144-149.
7. Рибін О.І., Сакалош Т.В., Шарпан О.Б. Аналіз пульсограм на базі процедури нормалізації ортогональних перетворень REX //Наукові вісті НТУУ “КПІ”.2005. №4. С.29-33.
8. Рыбин А.И., Шарпан О.Б., Григоренко Е.Г., ін. Коэффициенты трансформант нормализованных ортогональных преобразований и диагностика пульсограмм // Вісник НТУУ “КПІ”. – Серія - Приладобудування. – 2005. – Вип.30. – С.148-156.
9. Мельник А.Д., Рибін О.І. Нормалізація тестового сигналу зі збереженням еквідистантного кроку дискретизації//Вісник НТУУ “КПІ”. Серія - Радіотехніка. Радіоапаратобудування". 2007. Вип.34.

Мельник А.Д., Рыбин А.И. Согласованная фильтрация сигналов при изменении масштаба их аргументов на базе нормализованных вейвлет функций Предложен метод нормализации "по уровню" тестового сигнала, позволяющий осуществить согласованную фильтрацию сигналов при изменении масштаба их аргументов.	Melnyk A.D., Rybin O.I. The coordinated filtration of signals at change of scale of their arguments on the basis of normalized вейвлет of functions The method of normalization " on a level " of the test signal allowing carrying out coordinated filtration of signals, with change of scale of their arguments is offered.
--	---

УДК 621.372.061:391.266

НОРМАЛІЗАЦІЯ ТЕСТОВОГО СИГНАЛУ ЗІ ЗБЕРЕЖЕННЯМ ЕКВІДИСТАНТНОГО КРОКУ ДИСКРЕТИЗАЦІЇ

Мельник А. Д., Рибін О. І.

Запропоновано новий метод нормалізації – за миттєвими значеннями, “за рівнем” тестового сигналу, для якого крок дискретизації є еквідистантним, що долає незручності нормалізації “за кроком”.

Вступ

Виявлення міри подібності та відмін між досліджуваним та тестовим

(еталонним) сигналом є однією з найважливіших задач технічної діагностики. Одним з найпростіших методів пошуку таких відмін є ортогональне перетворення досліджуваного сигналу, якщо форма тестового сигналу співпадає з однією з трансформант перетворення. Тоді наявність трансформант інших порядків (ніж у еталона) свідчить про відхилення досліджуваного сигналу від тестового, а амплітуди або сумарна енергія цих трансформант є оцінкою відхилень. На жаль, кількість відомих ортогональних перетворень обмежена і для більшості тестових сигналів не існує тотожних їм трансформант. Тому спектри як досліджуваного сигналу, так і еталону, знайдені за відомими стандартними ортогональними перетвореннями (Фур'є, Адамара, Хаара, косинусного тощо), містять в собі багато трансформант, що ускладнює кількісне і якісне порівняння таких спектрів. Отже, велике значення має можливість зробити будь-яке ортогональне перетворення таким, щоб одна з його трансформант в певному сенсі співпадала з тестовим сигналом. Процедура такого "підстроювання" трансформанти до сигналу, запропонована в роботі [1] та розвинута в роботах [2 - 6], названа процедурою нормалізації. Єдиною незручністю нормалізації тестового сигналу була нееквідистантність відліків досліджуваного сигналу.

Алгоритм нормалізації за рівнем

В статті запропоновано новий метод нормалізації – за миттєвими значеннями, "за рівнем" тестового сигналу, – для якого крок дискретизації є еквідистантним, що в значній мірі долає незручності методу нормалізації "за кроком", запропонованого в [1].

Для кращого розуміння основні положення методу будемо розглядати на прикладі конкретного обраного ортогонального перетворення. Для цього оберемо перетворення Уолша-Карчмаржа, деякі з трансформант якого (при дискретизації) зображені на рис.1. Для таких функцій нормалізацію "за кроком" виконати неможливо (оскільки трансформанти мають лише два значення: +1, -1).

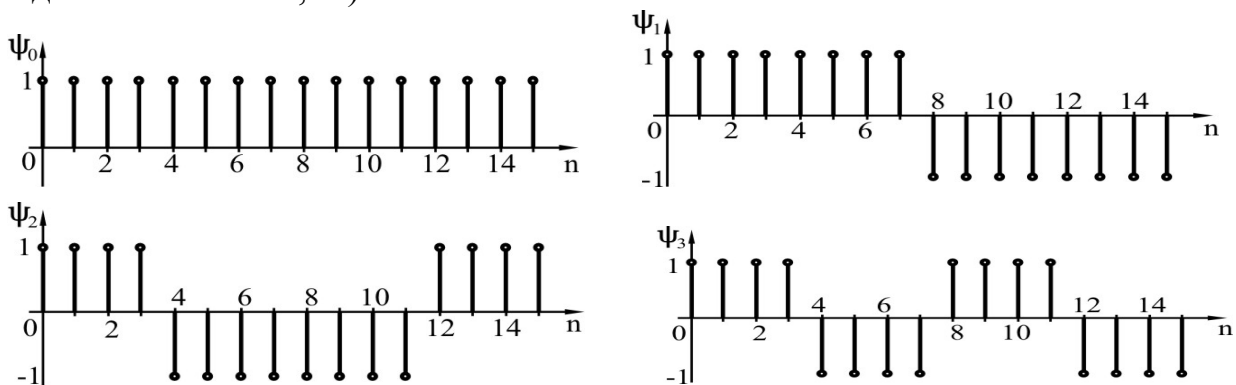


Рис.1 Трансформанти перетворення Уолша-Карчмаржа

Нехай тестовий сигнал має вигляд як на рис.2, а формати (кількість відліків) тестового сигналу і функції Уолша ψ_1 як на рис.1 однакові.

Поділимо показані на рис.2 відліки x_{test} на корегуючі коефіцієнти:

$$k_n = \frac{x_{test}(n)}{\psi(n)} \quad (1)$$

Тоді сигнал (рис.2) перетвориться на функцію ψ_1 (рис.1). Корегуючі коефіцієнти наведено в табл. 1.

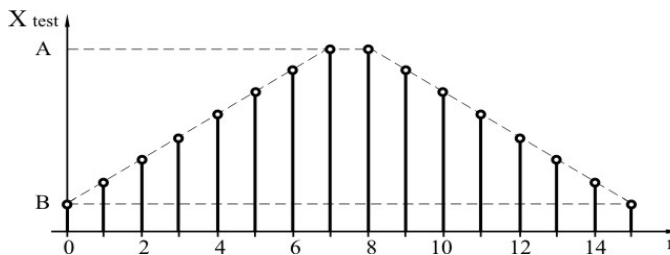


Рис.2. Тестовий сигнал

Таблиця 1

k_0	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7
B	$B+(A-B)/7$	$B+2(A-B)/7$	$B+3(A-B)/7$	$B+4(A-B)/7$	$B+5(A-B)/7$	$B+6(A-B)/7$	A
k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	k_{12}	k_{13}	k_{14}	k_{15}
-A	$-B-6(A-B)/7$	$-B-5(A-B)/7$	$-B-4(A-B)/7$	$-B-3(A-B)/7$	$-B-2(A-B)/7$	$-B-(A-B)/7$	-B

Алгоритм нормалізації за рівнем має наступний вигляд.

1. Для тестового сигналу (відповідним чином нормованого) обрати ортогональне перетворення та базову трансформанту перетворення.
2. Для кожного з $n - x$ відліків тестового сигналу і трансформанти знайти корегуючі коефіцієнти.
3. Поділити відліки невідомого досліджуваного сигналу на корегуючі коефіцієнти (якщо сигнал відрізняється від тестового лише амплітудою, одержимо трансформанту дискретного ортогонального перетворення тієї самої амплітуди).
4. Виконати глобальне перетворення скорегованого сигналу.
5. Якщо спектр перетворення містить лише амплітуду трансформанти, за якою проведено нормалізацію, то досліджуваний сигнал (з точністю до амплітуди) тотожний до тестового. Якщо спектр багатий і має велику кількість трансформант, співмірних з базовою для нормалізації, то досліджується сигнал навіть не схожий на тестовий.

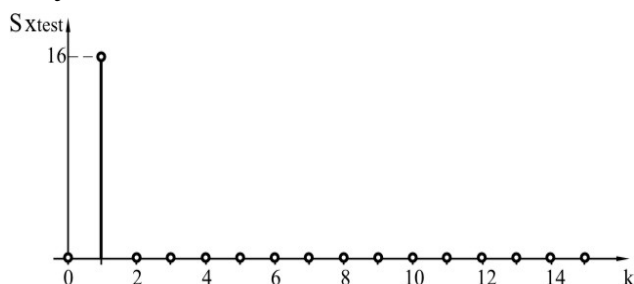


Рис.3

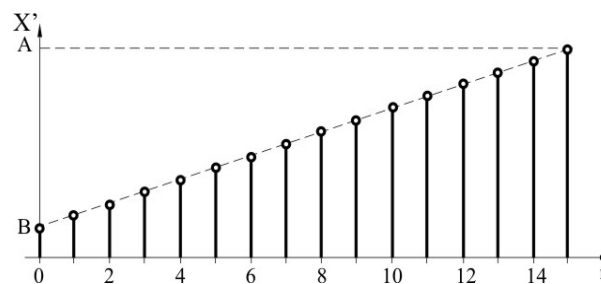


Рис.4

Так, наприклад, перетворення Уолша-Карчмаржа для сигналу x_{test} , (рис.2, $B=1$, $A=8$), після його нормалізації за трансформантою ψ_1 (рис.1) має вигляд (рис.3). В той же час для сигналу (рис.4), одержимо спектр (рис.5). Для сигналу (рис.2), з адитивним шумом ($\sigma=0.244923B$, значення відліків шуму $N(n)$ наведені в табл.2) одержимо спектр нормалізованого перетворення (рис.7; сам сигнал з адитивним шумом наведено на рис.6).

Таблиця 2

N_0	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	N_6	N_7
0	0.25	0.28	-0.19	-0.21	0.20	-0.19	-0.11
N_8	N_9	N_{10}	N_{11}	N_{12}	N_{13}	N_{14}	N_{15}
0.03	-0.50	0.48	0.37	-0.19	-0.38	0.22	0.05

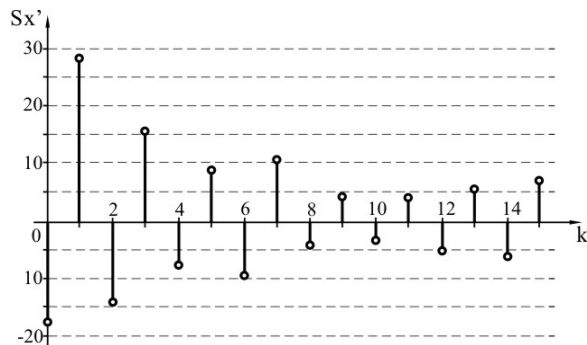


Рис.5

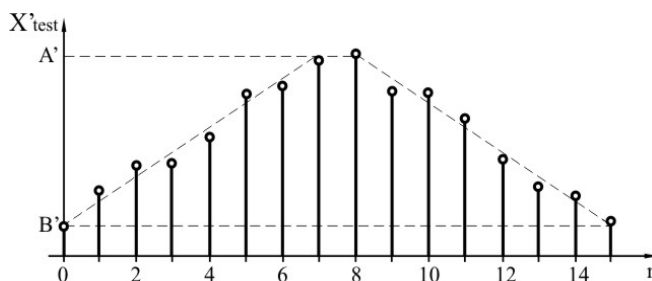


Рис.6

На практиці може виникнути ситуація, коли сигнал, який досліджується, відрізняється від тестового на масштабний множник або містить “додаткову” постійну складову (див.рис.8).

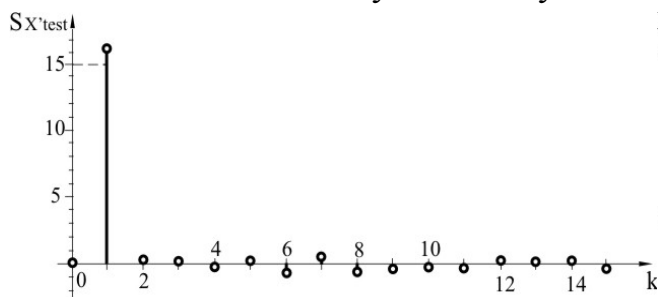


Рис.7

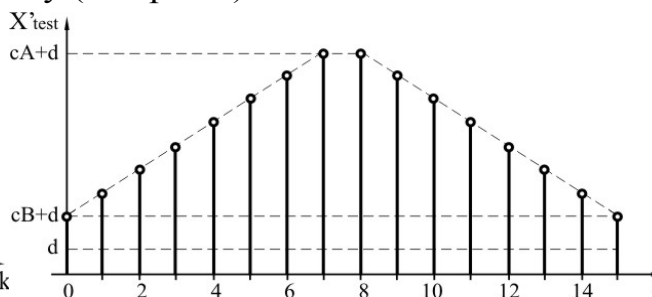


Рис.8

Цей сигнал, змінений за допомогою масштабного множника і складової, насправді є тим сигналом, який нам потрібно знайти при обробці. Якщо в якості тестового сигналу виступають елементи зображення, то зміна на масштабний множник відповідає зміні контрасту зображення, а додаткова постійна складова впливає на яскравість, тобто розбавленість зображення білим. Щоб такий сигнал в результаті виконання нормалізованого перетворення Уолша-Карчмаржа був визнаний за тестовий (всі коефіцієнти рівні нулю, ненульовий коефіцієнт

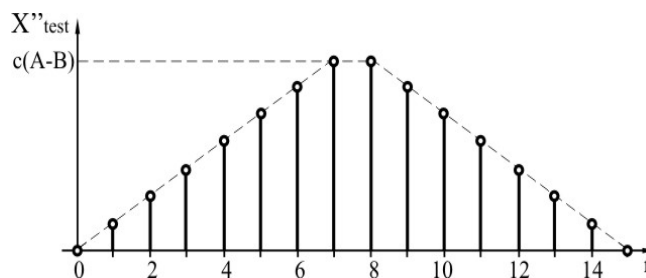


Рис.9.

лише для трансформанти, по якій проводилося підлаштування сигналу), потрібно перетворити динамічний діапазон сигналу, що досліджується, на діапазон тестового. Для цього обчислюється різниця максимального і мінімального значень тестового сигналу Δ_{test} і сигналу, який дослі-

джується, Δ_{proc} . В нашому випадку $\Delta_{test}=A-B$, а $\Delta_{proc}=cA+d-cB-d=c(A-B)$. Далі слід відняти від значення кожного відліку сигналу значення першого відліку, на рис.9 зображений результат перетворення. Наступним кроком є множення кожного відліку сигналу, що обробляється, на значення $1/c$ ($c=\Delta_{proc}/\Delta_{test}$). Таким чином отримуємо тестовий сигнал, до якого додається значення першого відліку тестового сигналу.

Необхідність приведення сигналу, який досліджується, до динамічного діапазону тестового сигналу перед застосування процедури нормалізації є недоліком нормалізації “за рівнем” в порівнянні з методом нормалізації наведеним в [1]. У випадку, коли сигнал, що досліджується, не є перемаштабованою версією тестового сигналу з додатковою постійною складовою, результат вищенаведених операцій дасть сигнал, відмінний від тестового. Перетворення Уолша-Карчмаржа такого сигналу - послідовністю ненульових коефіцієнтів. Оцінку відмін сигналів (викликаних спотвореннями каналів передачі, тощо) можна провести за коефіцієнтом трансформант:

$$K_{тр} = \sqrt{\sum_{i \neq n}^{N-1} A_i^2 / A_n} \quad \text{де } A_n \text{—амплітуда трансформанти, за якою проводилася}$$

нормалізація. Так, для сигналу, наведеному на рис.2, $K_{тр}=0$, для сигналу, наведеному на рис.4, $K_{тр}=1.232945$, а для сигналу, наведеному на рис.6, $K_{тр}=0.06896404$. Наведений приклад нормалізації побудовано на трансформанті перетворення Уолша-Карчмаржа, але як базову можна прийняти трансформанту будь-якого ортогонального перетворення.

Висновки

Запропоновано новий метод нормалізації – за миттєвими значеннями, “за рівнем” тестового сигналу, головною відмінністю якого від відомого [1], є еквідистантність кроку дискретизації сигналу, який досліджується. Ця особливість методу є перевагою в порівнянні з методом нормалізації з [1]. Необхідно також відзначити, що при застосуванні запропонованого методу виникає необхідність “нормування” (приведення сигналу, що досліджується, до динамічного діапазону тестового сигналу) сигналу, що створює додаткові незручності, у порівнянні з відомим методом [1].

Література

1. Рыбин А.И. Нормализация дискретных ортогональных преобразований тестовым сигналом // Радиоэлектроника. – 2004. - №7. – С.39-46.
2. Рыбин А.И., Григоренко Е.Г. Алгоритм подстройки дискретного ортогонального преобразования под тестовый сигнал // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія Приладобудування. – 2004. - №27. – С.122-128.
3. Рибін О.І., Шарпан О.Б. Діагностичні можливості процедури нормалізації ортогональних функцій при аналізі пульсограм // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – 2004. – т.1. - №4. – С.144-149.
4. Рибін О.І., Сакалош Т.В., Шарпан О.Б. Аналіз пульсограм на базі процедури нормалізації ортогональних перетворень REX // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2005. - №4. – С.29-33.
5. Рыбин А.И., Шарпан О.Б., Григоренко Е.Г., Сакалош Т.В. Коэффициенты трансформант нормализованных ортогональных преобразований и диагностика пульсограм // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія Приладобудування. 2005. Вип.30. С.148-156.

<p>Мельник А.Д., Рыбин А.И. Нормализация тестового сигнала с сохранением эквидистантного шага дискретизации Предложен новый метод нормализации – по мгновенным значениям, “по уровню” тестового сигнала, для которого шаг дискретизации эквидистантный, что преодолевает неудобства нормализации “по шагу”.</p>	<p>Melnyk A.D., Rybin O.I. Normalization of a test signal with preservation of an equal discrete step. New method of normalization was proposed. This method applies normalization of signal using current values of the signal. The step of discrete of the processed signal is equal.</p>
--	--