

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕТВОРЕННЯ НЕЧІТКОЇ ІНФОРМАЦІЇ У РАДІОТЕХНІЧНИХ ТА РАДІО-КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ

У статті розроблено математичне забезпечення інформаційної технології фільтрації нечіткої інформації від шумів у радіотехнічних та радіо-комп'ютерних системах на основі перетворення Гільберта-Хуанга. Ключові слова: Математичне забезпечення, інформаційна технологія, нечітка інформація.

O.A.PASTUKH

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

MATHEMATICAL PROVISION OF INFORMATION TECHNOLOGY TRANSFORMATION FUZZY INFORMATION IN THE RADIO ENGINEERING AND RADIO COMPUTER SYSTEMS

Abstract – Mathematical provision of information technology transformation fuzzy information in the radio engineering and radio computer systems has been developed in the article on the basic fuzzy transformation Hilbert-Huang. Mathematical models of fuzzy information are variables. Mathematical description of fuzzy variables are membership function. Mathematical foundation of fuzzy transform Gilbert-Huang is fuzzy sets theory. Steps of algorithm fuzzy transform Gilbert-Huang are algebraic operations from fuzzy numbers. Criterion stop of algorithm fuzzy transform Gilbert-Huang is distance of space fuzzy sets Eukleides. Fuzzy transform Gilbert-Huang is not algorithmic complexity, therefore timetable is not high. Mathematical foundation of information technology filtration of information on the fuzzy transform Gilbert-Huang are new scientific results.

Keywords: Mathematical provision, information technology, fuzzy information.

Вступ

В сучасних радіотехнічних та радіо-комп'ютерних системах використовується широкий спектр різного роду математичного забезпечення, яке використовується для різного роду обробки інформації. Одним із ключових питань у практиці вимірювань є фільтрація вимірювальної інформації (корисної інформації) від різного роду шумів: білого шуму та кольорових шумів. Це питання виникає і у вимірювальних радіотехнічних та радіо-комп'ютерних системах, які призначені для ефективного відбору і попередньої обробки вимірювальної інформації.

У багатьох випадках вимірювальна інформація розглядається, як нечітка інформація, оскільки завжди процес вимірювання супроводжується абсолютною та відносними похибками. А тому, значення вимірювальної величини fa завжди представляють інтервал:

$$fa - \Delta \leq fa \leq fa + \Delta,$$

де Δ – абсолютна похибка вимірювань.

Тобто, $fa \in [fa - \Delta; fa + \Delta]$ з рівномірною вагою:

$$I_{fa} = \begin{cases} \frac{1}{2\Delta}, & fa \in [fa - \Delta; fa + \Delta], \\ 0, & fa \notin [fa - \Delta; fa + \Delta], \end{cases}$$

по всьому інтервалу $[fa - \Delta; fa + \Delta]$. Таким чином, вимірювальна величина – це нечітка величина. А вимірювальна інформація – це є нечітка інформація.

На практиці у переважній більшості випадків вимірювальна інформація (нечітка інформація) є зашумленою. Тому є потреба, щоб у радіотехнічних та радіо-комп'ютерних системах при попередній обробці нечіткої інформації виконувалася фільтрація її від шумів. А це в свою чергу вимагає вирішення актуальної науково-прикладної задачі – розробки математичного забезпечення інформаційної технології для фільтрації нечіткої інформації від шумів у радіотехнічних та радіо-комп'ютерних системах.

Огляд існуючих відомостей

В останні роки в основі фільтрації чіткої інформації від шумів широкого використання набуло математичне забезпечення, яке ґрунтується на перетворенні Гільберта-Хуанга, зокрема, на його різних часткових різновидах. Це відображено у багатьох літературних джерелах, наприклад, [1-4]. Проте інформація, яка розкрита у літературних джерелах стосується математичного забезпечення для фільтрації виключно чіткої інформації від шумів і нічого не сказано щодо фільтрації нечіткої інформації від шумів.

Мета

Розглянути концепцію формування математичного забезпечення інформаційної технології фільтрації нечіткої інформації від шумів на основі перетворення Гільберта-Хуанга.

Постановка задачі

Розробити математичне забезпечення інформаційної технології фільтрації нечіткої інформації від шумів у радіотехнічних та радіо-комп'ютерних системах на основі перетворення Гільберта-Хуанга.

Основна частина

Для фільтрації корисної (вимірювальної) інформації від шумів в останні роки все більшого використання набуло перетворення Гільберта-Хуанга. Але його використання напрацьоване для корисної інформації, що представляється у форматі чітких даних. Проте формальної концепції для фільтрації нечітких даних від шумів не існує. Тому нижче пропонується концепція математичного забезпечення інформаційної технології від шумів у радіотехнічних та радіо-комп'ютерних системах.

Нехай на вхід радіотехнічної чи радіо-комп'ютерної системи потрапляє вимірювальна інформація у вигляді послідовності нечітких величин.

I. По відлікам та середнім значенням послідовності нечітких величин ідентифікуються локальні середні екстремуми, тобто середні максимуми та мінімуми. Потом ця послідовність нечітких величин розкладається на дві підпослідовності нечітких величин. Перша – це є послідовність нечітких величин, що отримується із середніх максимумів, тобто $f_{max}(l)$, а друга із середніх мінімумів, тобто $f_{min}(l)$.

II. Алгебраїчними сплайнами третього порядку виконується нечітка інтерполяція кожної із послідовностей нечітких величин $f_{max}(l)$ та $f_{min}(l)$ внаслідок чого одержуються нечіткі функції $f_{max}(t)$ та $f_{min}(t)$, де t - це час, що представляє собою неперервну величину. Після цього обчислюється нечітка функція $m_1(t)$, яка є середнім нечітких функцій $f_{max}(t)$ та $f_{min}(t)$. Таким чином,

$$m_1(t) = \frac{1}{2}(f_{max}(t) + f_{min}(t)).$$

Потом обчислюється перше наближення до першої нечіткої моди:

$$g(t) = f(t) - m_1(t).$$

III. Повторюються кроки I та II. Але замість послідовності нечітких величин $f(l)$ береться послідовність нечітких величин $g(l)$ і знаходиться наступне наближення до першої нечіткої моди - $g_1(l)$:

$$g_1(l) = g(l) - m_2(l).$$

Аналогічним чином знаходяться наступні наближення до першої нечіткої моди.

Із збільшенням кількості ітерацій середні послідовностей нечітких величин $m_i(l)$ та $g_i(l)$ прямують до нуля..

Критерієм зупинки таких ітерацій є апріорне задання границі у вигляді відстані в Евклідовому просторі, тобто

$$dist = \sum_l |g_i(l) - g_{i-1}(l)|^2 / \sum_l g_{i-1}^2(l).$$

Остання ітерація $g_i(l)$ приймається за високочастотну нечітку моду $\tau_1(k) = g_i(l)$ сімейства нечітких мод, яка безпосередньо входить в структуру зашумленої корисної нечіткої інформації $f(l)$. Це дає змогу відняти $\tau_1(k)$ із структури зашумленої корисної нечіткої інформації і цим самим залишити більш низькочастотні складові:

$$r_1(l) = f(l) - \tau_1(l).$$

Послідовність нечітких величин $r_1(l)$ обробляється, як нова зашумлена корисна нечітка інформація за вище наведеною аналогією із знаходженням другої нечіткої моди $\tau_2(l)$. Після цього процес продовжується:

$$r_2(l) = r_1(l) - \tau_2(l)$$

і так далі.

Таким чином здійснюється розклад зашумленої корисної нечіткої інформації в n - нечіткородовому емпіричному наближенні в сумі із лишком $r_n(l)$:

$$f(l) = \sum_j \tau_j(l) + r_n(l).$$

Зупинка обчислювальної процедури виконується, коли середні послідовності нечітких величин буде максимально наближатися до константи.

Усі разом ці операції складають концептуальну основу математичного забезпечення інформаційної технології фільтрації радіотехнічними та радіо-комп'ютерними системами корисної нечіткої інформації від шумів.

Висновки

Розроблено математичне забезпечення фільтрації нечіткої інформації від шумів на основі перетворення Гільберта-Хуанга, що дає змогу створювати інформаційні технології для радіотехнічних та радіо-комп'ютерних систем по фільтрації вимірювальної інформації.

Література

1. Peng Z.K. An improved Hilbert-Huang transform and its application in vibration signal analysis / Z.K.Peng, P.W.Tse, F.L.Chu // Journal of sound and vibration.- Vol. 286.- 2005.- P.187-205.
2. Yang W.X. Interpretation of mechanical signals using an improved Hilbert-Huang transform / W.X.Yang // Mechanical Systems and Signal Processing.- Vol. 22.- 2008.- P.1061-1071.
3. Yaguo L. Fault diagnosis of rotating machinery using an improved HHT based on EEMD and sensitive IMFs / L.Yaguo, M.Zuo // Measurement Science and Technology.- Vol. 20.- 2009.- P.1-12.
4. Park J.H. Modified Hilbert-Huang transform and its application to measured micro Doppler signatures from realistic jet engine models / J.H.Park, HLim, and N.H.Myung // Progress In Electromagnetics Research.- Vol. 126.- 2012.- P.255-268.

References

1. Peng Z.K. An improved Hilbert-Huang transform and its application in vibration signal analysis / Z.K.Peng, P.W.Tse, F.L.Chu // Journal of sound and vibration.- Vol. 286.- 2005.- P.187-205.
2. Yang W.X. Interpretation of mechanical signals using an improved Hilbert-Huang transform / W.X.Yang // Mechanical Systems and Signal Processing.- Vol. 22.- 2008.- P.1061-1071.
3. Yaguo L. Fault diagnosis of rotating machinery using an improved HHT based on EEMD and sensitive IMFs / L.Yaguo, M.Zuo // Measurement Science and Technology.- Vol. 20.- 2009.- P.1-12.
4. Park J.H. Modified Hilbert-Huang transform and its application to measured micro Doppler signatures from realistic jet engine models / J.H.Park, HLim, and N.H.Myung // Progress In Electromagnetics Research.- Vol. 126.- 2012.- P.255-268.

Рецензія/Peer review : 16.6.2014 р.

Надрукована/Printed : 12.7.2014 р.