

Belozerov E.V.

METHOD TO DETECT MODIFICATIONS OF DIGITAL MEDIA-DATA USING ADAPTIVE WAVELET FILTER

We propose a method to detect changes in the media-data based on wavelet decomposition with analysis of changes in the frequency of the signal.

Keywords: media-signal, the wavelet decomposition, modification media-data, information technology.

УДК 621.391.24

Скопа О.О.

Одеський державний економічний університет, м. Одеса

СИНТЕЗ АДАПТИВНОГО ПРИЙМАЧА ЦИФРОВОГО СИГНАЛУ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ РАДІОСИСТЕМ ПІДВИЩЕНОЇ НАДІЙНОСТІ

Досліджується питання синтезу адаптивного приймача частотно-маніпульованих сигналів. Передбачається, що приймач повинен мати підвищену імовірність прийому сигналу.

Ключові слова: адаптивний приймач, частотна маніпуляція, імовірність приймання, завадостійкість, цифровий сигнал.

Постановка проблеми в загальному вигляді, зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями

Розвиток сучасних систем радіозв'язку викликає збільшення кількості одночасно функціонуючих радіоелектронних засобів та призводить до ускладнення сигнально-завадової обстановки на входах приймальних пристроїв. Зрозуміло, що зазначена проблема викликає наступну – загострення проблеми завадостійкості. З проблемами завадозахищеності та завадостійкості тісно пов'язані проблеми забезпечення електромагнітної сумісності та пропускну здатності сучасних систем радіозв'язку, пошуку можливостей повторного використання доступних ділянок спектру, необхідних для розвитку інформаційної інфраструктури, забезпечення цілісності та достовірності інформації.

Зростання виробництва засобів радіозв'язку, кількості і якості тих послуг, які надаються операторами радіозв'язку, безпосередньо залежать від вирішення завдань електромагнітної сумісності, зниження вимог до джерел завад, і разом з тим, викликає вдосконалення алгоритмів виявлення і оцінки параметрів корисних сигналів в умовах дії завад та перешкод різної природи. Ефективність роботи систем радіозв'язку значною мірою визначається не тільки діями типу «флуктуаційний шум», але й взаємними завадами одночасно працюючих радіозасобів, серед яких велику частку складають могутні вузькосмугові перешкоди (ВП). Їх дія призводить до істотного зниження завадостійкості прийому корисних сигналів. Тому захист систем зв'язку від впливу ВП, що діють в радіоканалах, є важливим науково-технічним завданням. Крім сказаного, слід відмітити, що у вигляді ВП можуть бути спеціальними способами сформовані сигнали, спрямовані на зумисне зниження завадостійкості прийому радіосигналу або на зміну чи спотворення його інформативного наповнення. Часто такі штучні завади по своїй структурі практично не відрізняються від природних.

Результати *аналізу останніх досліджень і публікацій* показали, що теорія завадостійкості, оптимального та адаптивного прийому сигналів при великій кількості

впливів сторонніх чинників достатньо детально розглянута в роботах радянських та українських вчених: Р.Л. Стратоновича, А.Г. Зюко, І.П. Панфілова, В.К. Стеклова, Д.Д. Кловського та інших авторів. Стосовно питань сучасної теорії адаптивного прийому цифрових сигналів, які стосуються розробки та розвитку їх загальнотеоретичного та математичного апарату, то необхідно відзначити ряд зарубіжних вчених та дослідників – F. Adachi, H. Atarashi, S. Abeta, M. Sawahashi, V. Mignone, A. Morello, O. Edfors, M. Sandell, J.-J. van de Beek, S.K. Wilson, P.O. Borjesson, Y. Li, L. J. Cimini, N.R. Solenberger, T. Onizawa, M. Mizoguchi та M. Morikura. Проте застосування результатів досліджень цих авторів зв'язане з численними наближеннями при яких неминучі істотні втрати в показниках якості прийому.

Формулювання мети статті

По вище зазначених причинах широке практичне застосування знаходять методи обробки сигналів, в основі яких лежать ті або інші модифікації загальновідомих методів з урахуванням специфіки різних видів перешкод і принципи адаптації алгоритмів прийому до реальних змін параметрів каналу і загальнозададової обстановки. Такі методи прийому забезпечують достатньо ефективний захист від ВП на основі адаптивної режекції або компенсації. Вирішення проблеми можливе на основі адаптивного підходу до подолання апіорної невизначеності.

Метою роботи є дослідження питання щодо створення адаптивного приймача частотно-маніпульованих сигналів, який забезпечить адаптивний прийом радіосигналів. При цьому передбачається, що зазначений приймач буде мати підвищену імовірність прийому сигналу.

Виклад основного матеріалу

Адаптивні алгоритми прийому сигналів, які використані при синтезі адаптивного приймача цифрового сигналу, засновані на придушенні вузькосмугових завад та теоретично дозволяють підвищити завадостійкість систем радіозв'язку, що працюють в завантажених діапазонах.

Адаптивний приймач цифрового сигналу (рис. 1) [1], в якості основних елементів структурної побудови включає пристрій формування відліків, симетричний тригер, опорний генератор та блок порівняння. Загальна структура приймача принципово відрізняється від відомих приймачів тим, що додатково введені перший блок формування різниці, вхід якого підключений до першого виходу симетричного тригера, а вихід з'єднаний з першим нелінійним перетворювачем, вихід якого з'єднаний з першим входом блока порівняння, при цьому другий вихід симетричного тригера підключений до другого нелінійного перетворювача, а вихід другого нелінійного перетворювача з'єднаний з другим входом блока порівняння, вихід якого підключений до блока приймання рішення.

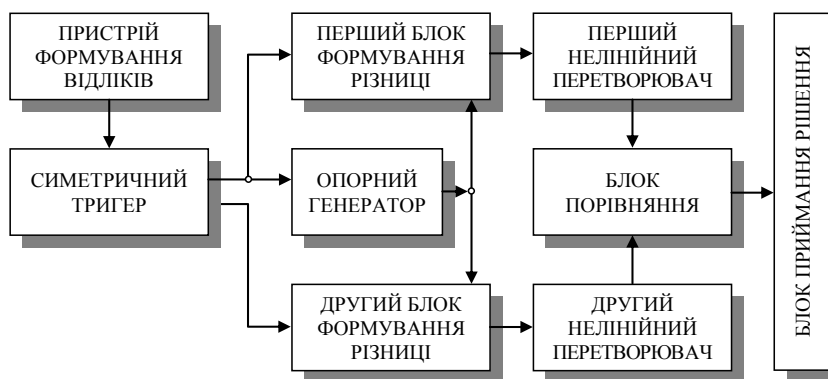


Рис. 1. Структурна схема адаптивного приймача цифрового сигналу

Найбільш близьким за технічною суттю до приймача, який зображений на рис. 1, є адаптивний приймач частотно-маніпульованих сигналів, який описаний в [2]. Він включає пристрій формування відліків, симетричний тригер, опорний генератор та блок порівняння. Аналіз показав, що такий приймач має ряд недоліків серед яких найбільшим є низька імовірність приймання корисного сигналу. Відповідно, при синтезі нової моделі адаптивного приймача цифрового сигналу додатково була поставлена задача зменшення зазначеного недоліку, тобто підвищення імовірності приймання.

Підвищення імовірності приймання у адаптивному приймачі цифрового сигналу здійснюється наступним чином:

Відповідно до критерію ідеального спостерігача Котельникова вираз для вибору рішення про передачу сигналу записується так [1, 3]:

$$\frac{W\left(\frac{x}{a_{e,i}}\right)}{W\left(\frac{x}{a_{e,j}}\right)} > \frac{P(a_i)}{P(a_j)}, \quad (1)$$

для всіх $j \neq i$, де i, j – індекси переданих сигналів; $P(a_i)$ – апіорна імовірність передачі сигналу a_i ; $W\left(\frac{x}{a_i}\right)$ – щільність імовірності x , якщо передавався сигнал a_i .

Імовірність помилки при прийманні послілки тривалістю T_0 по прийнятих сигналах a_i , можна визначити так: якщо в послілку укладається m сигналів a_i , n з яких прийняті помилково, то імовірність такої події буде визначатися за формулою:

$$P_n(m) = C_m^n p_q^n (1 - p_q)^{m-n}, \quad (2)$$

де p_q – імовірність помилки при реєстрації одного сигналу; C_m^n – число сполучень із m по n .

Якщо умовою правильного приймання послілки тривалістю T_0 є помилкове приймання не більш k сигналів, то імовірність правильного приймання визначиться виразом:

$$P(n \leq k) = \sum_{n=1}^k C_m^n p_q^n (1 - p_q)^{m-n}. \quad (3)$$

Отже, імовірність помилки буде:

$$P_{\text{ivi}} = 1 - P(n \leq k) = 1 - \sum_{n=1}^k C_m^n p_q^n (1 - p_q)^{m-n}. \quad (4)$$

Таким чином, синтез та аналіз характеристик цифрового приймача визначає побудову адаптивного приймача цифрового сигналу з блоком порівняння і з блоком приймання вирішення, що дає можливість забезпечити розпізнавання послілки елементарного сигналу.

У приймальних пристроях ЧМ-сигналів використовуються амплітудні обмежувачі, а основна інформація про сигнал виявляється зосередженою в моментах переходу прийнятого сигналу через нуль. У цьому випадку розподіли тривалості елементарного сигналу й інтервал між ними можна замінити функціями розподілу «нулів» [4]. Момент переходу через нуль характеризується інтервалом часу τ_0 між моментами переходу через нуль напруги прийнятого сигналу та еталонного колювання. Тоді функція розподілу «нулів» буде визначатися функцією розподілу інтервалів часу τ_0 , що далі розглядається на прикладі синтезу цифрового приймача двійкових ЧМ-сигналів.

При передачі ЧМ-сигналу логічній одиниці (імпульсу) відповідає частота $\omega_{\bar{q}_i}$, а логічному нулеві (паузі) – частота ω_i , причому $\omega_{\bar{q}_i} > \omega_i$. Припроходженні сигналу по радіоканалу тривалість періоду буде змінюватися випадково на величину

$$x(t) = T_{\bar{q}_i} + \tau_{01}, \quad (5)$$

або

$$x(t) = T_n + \tau_{02}, \quad (6)$$

де $T_{\bar{q}_i}$ – період, що відповідає частоті $\omega_{\bar{q}_i}$; T_i – період, що відповідає частоті ω_i .

З урахуванням (5) та (6) вираз (1) прийме вигляд:

$$\frac{W\left(\frac{x}{T_{\bar{q}_i}}\right)}{W\left(\frac{x}{T_i}\right)} > \frac{P(T_i)}{P(T_{\bar{q}_i})}, \quad (7)$$

де $P(T_i)$ та $P(T_{\bar{q}_i})$ – апіорні імовірності передачі періодів, що відповідають частотам ω_i та $\omega_{\bar{q}_i}$.

Відповідно, функції $W\left(\frac{x}{T_{\bar{q}_i}}\right)$ та $W\left(\frac{x}{T_i}\right)$ можна замінити функціями $W(\tau_{01})$ та $W(\tau_{02})$. Тут τ_0 – інтервал між переходами через нуль напруги прийнятого сигналу й опорної напруги, у якості якого використовуються колювання з частотами $\omega_{\bar{q}_i}$ та ω_i .

При впливі завади з рівномірним енергетичним спектром, функція розподілу інтервалу τ_0 визначається за виразом [4]:

$$W(\tau_0, y_0) = \frac{1}{2\pi\sigma_0\sigma'_0} e^{-\left\{\frac{[y_0 - s(\tau_0)]^2}{2\sigma_0^2} + \frac{(\tau_0)^2}{2(\sigma'_0)^2}\right\}} \int_0^\infty x' e^{-\left\{\frac{(x')^2 - 2x's'(\tau_0)}{2(\sigma'_0)^2}\right\}} dx', \quad (8)$$

де σ_0^2 – дисперсія шуму; $(\sigma'_0)^2$ – дисперсія похідної шуму; y_0 – переданий сигнал; $s(\tau_0)$ – похідна суміші сигналу і шуму.

Інтеграл $J = \int_0^\infty x' e^{-\left\{\frac{(x')^2 - 2x's'(\tau_0)}{2(\sigma'_0)^2}\right\}} dx'$ розрахований у [4] і для нашого випадку дорівнює:

$$J = (\sigma'_0)^2 \left\{ \tilde{A}(1) {}_1F_1 \left[1, \frac{1}{2}, \frac{(s'(\tau_0))^2}{2(\sigma'_0)^2} \right] + \frac{s'(\tau_0)}{(\sigma'_0)^2} \sqrt{2(\sigma'_0)^2} \tilde{A} \left(\frac{3}{2}, \frac{3}{2}, \frac{s'(\tau_0)^2}{2(\sigma'_0)^2} \right) \right\}, \quad (9)$$

де $\tilde{A}(x)$ – гама-функція; ${}_1F_1(a, b, c)$ – вироджена гіпергеометрична функція.

З урахуванням того, що $(\sigma'_0)^2 = \sigma_0^2 \omega_1^2$, $s(\tau_0) = A_m \sin \omega_0 \tau_0$, $s'(\tau_0) = A_m \omega_0 \cos \omega_0 \tau_0$, $y_0 = 0$, $\tilde{A}(1) = 1$ та $\tilde{A}\left(\frac{3}{2}\right) = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$, отримаємо функцію розподілу інтервалу часу τ_0 :

$$W(\tau_0) = \frac{\omega_1}{2\pi} e^{\left\{ -\frac{h^2}{2} \sin^2 \omega_0 \tau_0 - \frac{\omega_0^2 h^2}{\omega_1^2} \frac{1}{2} \cos^2 \omega_0 \tau_0 \right\}} {}_1F_1 \left(1, \frac{1}{2}, \frac{\omega_0^2 h^2}{\omega_1^2} \cos^2 \omega_0 \tau_0 \right) + \frac{\omega_0^2 h^2}{\omega_1^2} \frac{1}{2} \cos^2 \omega_0 \tau_0 \sqrt{\frac{\pi}{2}} {}_1F_1 \left(\frac{3}{2}, \frac{3}{2}, \frac{\omega_0^2 h^2}{\omega_1^2} \cos^2 \omega_0 \tau_0 \right), \quad (10)$$

де $h = \frac{A_m}{\sigma_0}$ – відношення сигнал/шум; $\omega_1 = \frac{1}{\sigma_0} \sqrt{\int_0^\infty \omega^2 G(\omega) d\omega}$ – середньоквадратична частота енергетичного спектра шуму.

Отримана щільність (6) має досить складний вид. В окремому випадку слабких сигналів її можна спростити, розклавши у виразі (6) гіпергеометричні функції в ряд. Зробивши необхідні перетворення, отримаємо:

$$W(\tau_0) = \frac{\omega_0}{2\pi} \left(1 + \frac{\omega_0}{\omega_1} \sqrt{\frac{\pi}{2}} h \cos \omega_0 \tau_0 \right).$$

Щільність імовірності при передачі сигналів з періодами T_{τ_i} та T_i відповідно визначаються:

$$W(\tau_{01}) = \frac{1}{T_{\tau_i}} + \frac{2\pi}{T_{\tau_i}^2 \omega_1} \sqrt{\frac{\pi}{2}} h \cos 2\pi \frac{\tau_{01}}{T_{\tau_i}}, \quad (11)$$

$$W(\tau_{02}) = \frac{1}{T_i} + \frac{2\pi}{T_i^2 \omega_1} \sqrt{\frac{\pi}{2}} h \cos 2\pi \frac{\tau_{02}}{T_i}. \quad (12)$$

Після підстановки (11) та (12) у (7) отримаємо:

$$\frac{1}{T_{\tau_i}} \left(\frac{1}{\omega_1} \frac{2\pi z}{T_{\tau_i}} \cos 2\pi \frac{\tau_{01}}{T_{\tau_i}} + 1 \right) > \frac{P(T_n)}{P(T_{\tau_i})} \frac{1}{T_n} \left(\frac{1}{\omega_1} \frac{2\pi z}{T_i} \cos 2\pi \frac{\tau_{02}}{T_i} + 1 \right). \quad (13)$$

Якщо вважати появу періодів T_{τ_i} та T_i подіями рівноімовірностними, то (13) прийме вид:

$$\frac{1}{T_{\tau_i}} \left(\frac{1}{\omega_1} \frac{2\pi z}{T_{\tau_i}} \cos 2\pi \frac{\tau_{01}}{T_{\tau_i}} + 1 \right) > \frac{1}{T_i} \left(\frac{1}{\omega_1} \frac{2\pi z}{T_i} \cos 2\pi \frac{\tau_{02}}{T_i} + 1 \right), \quad (14)$$

$$\text{де } z = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \frac{A_m}{\sigma_0}.$$

Вираз (14) визначає структуру оптимального приймача ЧМ-сигналів.

Блок порівняння на етапи обробки (розпізнавання посилки в цілому) реалізує алгоритм:

$$\sum_{i=1}^m a_i \begin{cases} > m - k & \text{– прийнята логічна одиниця;} \\ < m - k & \text{– прийнятий логічний нуль,} \end{cases}$$

де k – величина порогу розрізнення.

Адаптивний приймач цифрового сигналу працює у такий спосіб: сигнал з пристрою формування відліків надходить на вхід симетричного тригера, з одного виходу якого імпульси надходять на вхід опорного генератора і забезпечують його синхронізацію, та на вхід першого блока формування різниці. З виходу першого блока формування різниці сигнал надходить на перший нелінійний перетворювач, з виходу якого подається на перший вхід блока порівняння. З другого виходу симетричного тригера імпульси надходять на вхід другого блока формування різниці. З виходу другого блока формування різниці сигнал надходить на другий нелінійний перетворювач, з виходу якого подається на другий вхід блока порівняння. Нелінійні перетворювачі дають можливість забезпечити більш помітну різницю між сигналами, що знімаються з виходів першого блока формування різниці та другого блока формування різниці. Блок порівняння вибирає більший сигнал, що надходить з першого чи другого нелінійного перетворювача, а блок приймання вирішення забезпечує розпізнавання посилки.

Висновок

Синтезований адаптивний приймач цифрового сигналу забезпечує підвищення імовірності приймання цифрового сигналу. Отримані результати актуальні для практичних застосувань при проектуванні нових завадостійких систем передачі інформації і модернізації тих, що діють. Актуальним є використання синтезованого приймача в захищених інформаційних системах, в основу дії яких покладені принципи радіотехнологій.

Список використаних літературних джерел

1. Пат. №54960 Україна, (19)UA (11)54960 (13)U (51)МПК(2009) H04L 27/14. Адаптивний приймач цифрового сигналу / Балан М.М., Іскандер-заде Ш. Хусейн Огли, Панфілов В.І., Скопа О.О. – u 2010 07889; заявл. 24.06.2010; опубл. 25.11.2010, Бюл. №22.
2. Адаптивный приемник частотно-манипулированных сигналов. – АС СССР 766036, кл. Н 04 L 27/14. И.П. Панфилов, М.Т. Козаченко, Н.П. Белевский. – Заявл. 31.07.78 2654088/18-09. Опубл. 23.09.80. Бюллетень №35.
3. Панфилов И.П. Синтез цифровых приемников частотно-манипулированных сигналов. – Теория передачи информации по каналам связи: Сб. научн. трудов учебн. институтов связи. Л.: изд. ЛЭИС, 1984, с.84-90.
4. Пестряков В.Б. Фазовые радиотехнические системы. – М.: Сов. радио, 1968. – 382 с.

Надійшла в редколегію 20.04.2011

Скопа А.А.

СИНТЕЗ АДАПТИВНОГО ПРИЕМНИКА ЦИФРОВОГО СИГНАЛА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РАДИОСИСТЕМ ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ

Исследуется вопрос синтеза адаптивного приемника частотно-манипулированных сигналов. Предусматривается, что приемник должен иметь повышенную вероятность приема сигнала.

Skopa A.A.

SYNTHESIS OF ADAPTIVE RECEIVER FOR DIGITAL RADIO SIGNAL FOR INFORMATION HIGH RELIABILITY

Research of question of synthesis of adaptive receiver of signals which by manipulation of frequency. It is thus foreseen that a receiver must have enhanceable probability of reception of signal.

УДК656.6:004,004.9

Белозьорова Я.А.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИДІЛЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТІВ В ЗАВДАННЯХ ОЦІНКИ ПІДРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ

Пропонується загальний підхід до побудови моделі виявлення підробки зображень на основі математичної моделі опису властивостей об'єктів зображення. Проведена достовірність при використанні моделі в завданнях виявлення складає 75%.

Ключові слова: підробка зображення, характеристика блоків, ентропія, центральний момент блоку.

Постановка задачі

Нині усе більш удосконалюються алгоритми підробки цифрових даних. У подібних умовах обов'язковою частиною протидії цим діям є розробки нових досконаліших алгоритмів оцінки таких модифікацій. У зв'язку з цим актуальним є напрям, пов'язаний з розробкою науково-обґрунтованих моделей і методів виявлення підробки зображень.

Аналіз досліджень і публікацій

Багато методів було запропоновано для виявлення підробок зображень [1,2,3,4,5]. Г. Лі та ін. застосували DWT для зображення, і використовували SVD з фіксованим розміром блоків низькочастотних компонент для сплесків піделементів для отримання приведенного представлення розмірності, потім виконували лексикографічне сортування блоків для виявлення дубльованих блоків зображення. А.С. Попеску та ін. [1], застосували аналіз головних компонент (PCA) на невеликих елементах зображень фіксованого розміру. В. Ло та ін. [4] уперше розділили зображення на невеликі блоки перекриття і витягли блок векторних характеристик, а потім порівнювали схожість цих блоків, щоб визначити можливі регіони, що дублюються. А.Н. Майн і співавтори [3] представили підхід, заснований на застосуванні вейвлет-перетворення, який виявляє і виконується перебір для виявлення аналогічних блоків в зображенні, відображуючи їх в полярних координатах і за допомогою фазової кореляції виконується відбір цих блоків як критерію подібності. Х. Хуанг і співавтори [2] уперше виділили SIFT дескриптори зображень, які інваріантні до змін освітлення, повороту, масштабування, тощо.

Основна частина

Початкове двовимірне представлення скануємої поверхні є безперервною функцією (y). В результаті дискретизації безперервного сигналу виходить його деяка оцінка у формі двовимірної дискретної поверхні, представленій у вигляді вузлів сітки.

У загальному випадку аналізований двовимірний сигнал можна розглядати як поліструктурний і поліматеріальний просторовий об'єкт, утворений комбінацією деякого набору компонент природної і штучної природи зі своїми закономірностями і взаємозв'язками.

Частини природного ландшафту піддаються однорідним діям природного і штучного