

Література

1. Chin T.J., Suter D. A Study of the Eigenface Approach for Face Recognition, MECSE-6-2004, June 2004, IRRC, ECSE, Monash University
2. Golovko V. Neurointelligence: Theory and Application, Volume 1, Brest, 1999.
3. Lawrence S., Giles C.L., Ah Chung Tsoi and Back A. Face Recognition: A Convolutional Neural Network Approach, IEEE Transactions on Neural Networks, Special Issues on Neural Networks and Pattern Recognition, Volume 8, Number 1, 1997, p. 98-113
4. Bryiliuk D., Starovoitov V. Human Face Recognition Using Neural Network's Methods, Preprint #2, Minsk, 2002, p. 3-32
5. Paliy, V. Turchenko, V. Koval, A. Sachenko, G. Markowsky, "Approach to Recognition of License Plate Numbers Using Neural Networks", Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks, July, 25-29, 2004, Budapest, Hungary, p. 2965-2970
6. Demuth H., Beale M. Neural Network Toolbox User's Guide, 2005. – p. 254-302
7. Heisele B., Koshizen T. Components for Face Recognition / Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, Seoul, Korea, 2004, p. 153-158
8. Stephen J. Chapman, "MATLAB Programming for Engineers", 2nd Edition, Brooks/Cole Publishing Company, 2002

Надійшла 10.3.2005 р.

УДК 681.325

С.І. МЕЛЬНИЧУК, М.І. КОЗЛЕНКО

Івано-Франківський інститут менеджменту та економіки "Галицька академія"

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИПАДКОВИХ СИГНАЛІВ ПРОВІДНИКОВИХ ТА РАДІОКАНАЛІВ ОБМІНУ ДАНИМИ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ

Проаналізовано статистичні характеристики випадкових сигналів (шумів), що виникають у провідникових та радіоканалах в процесі їх експлуатації з погляду використання широкосмугових (шумоподібних) методів обміну інформаційними повідомленнями.

В процесі реалізації розподілених систем контролю та керування на основі інформаційних каналів, які працюють із шумоподібними сигналами, необхідно забезпечити високу надійність та ефективність їх функціонування, що суттєво залежить від характеристик каналів обміну даними. Основними характеристиками випадкових процесів вважають амплітуду, середню потужність, частотний склад тощо. Проте, з погляду широкосмугових (шумоподібних) сигналів, доцільно також розглянути імовірнісні характеристики, такі як: ряд розподілу ймовірностей миттєвих спектральних значень станів, різноманітні середні значення та коваріаційні функції, ентропію розподілу ймовірностей спектральних значень (станів) випадкових процесів, як міру апріорної невизначеності впливу випадкового процесу, на корисний сигнал.

Для оцінки властивостей випадкових процесів в каналах обміну даними розподілених систем контролю проведено аналіз ряду статистичних характеристик реалізацій випадкових процесів, таких як емпіричний ряд розподілу ймовірностей спектральних значень, та деякі середні по кінцевому проміжку часу (дані характеристики використано як оцінки для відповідних імовірнісно – теоретичних характеристик), причому сам випадковий процес розглядався як багатопозиційний сигнал. В результаті чого виявлено випадки, коли шуми в інформаційних каналах мають розподіл ймовірностей станів, що суттєво відрізняється від нормального. В таких випадках, побудова імовірнісної теоретичної моделі стає нетривіальною задачею, яка вимагає використання потужного математичного апарату та додаткових кроків у вигляді перевірки статистичних гіпотез.

Для побудови емпіричного ряду розподілу ймовірностей випадкового процесу $x(t)$ проводиться підрахунок відносних частот прийняття вибірковими значеннями $x(t_j)$ спектральних значень X_j , де i – порядковий номер відліку у виборці, j – порядковий номер спектрального значення (стану).

Прийнявши загальну кількість спектральних значень m , а кількість відліків у виборці n отримуємо відносну частоту прийняття відліками процесу спектрального значення X_j [1]:

$$h(X_j) = \frac{n_j}{n}, \quad j=1,2,\dots,m \quad (1)$$

де n_j – кількість елементів у виборці відзначених значенням X_j ,
 n – кількість відліків у виборці.

Відносна частота появи спектрального значення є прийнятною незміщеною оцінкою для його

імовірності.

Середнє значення по кінцевому проміжку часу розраховується через вибіркові значення згідно наступного виразу [1,2]:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i, \quad i=1,2,\dots,n \quad (2)$$

Вибіркове середнє значення по кінцевому проміжку часу є прийнятною незміщеною оцінкою для середнього значення по часу, а для стаціонарного ергодичного процесу також оцінкою середнього по множині реалізацій.

Вибіркова дисперсія і вибіркове стандартне відхилення по кінцевому проміжку часу визначається як [1]:

$$s^2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad i=1,2,\dots,n \quad (3)$$

Вибіркова дисперсія s^2 та вибіркове стандартне відхилення s є прийнятними оцінками відповідно для дисперсії та стандартного відхилення по часу.

Значення ентропії визначається на базі отриманого емпіричного ряду розподілу імовірностей згідно наступного аналітичного виразу [1,3]:

$$H(x) = -\sum_{j=1}^m p(X_j) \cdot \log_2(p(X_j)) \quad (4)$$

при цьому вважається, що $0 \cdot \log_2(0) = 0$.

Підставивши замість значення імовірності p відповідну відносну частоту появи значень відліків h отримуємо оцінку величини ентропії. Результати статистичного дослідження одного з найхарактерніших випадкових процесів в провідниковому каналі подано на рис.1.

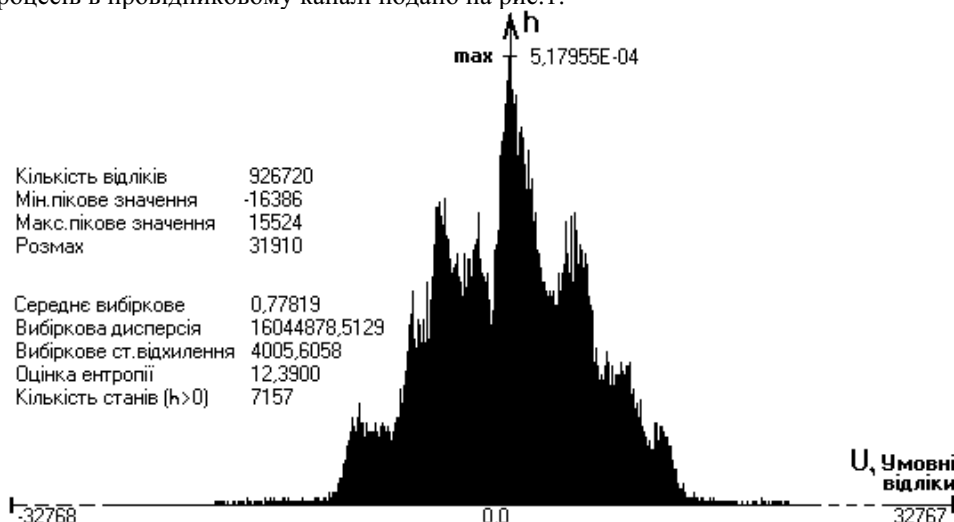


Рис. 1. Розподіл імовірності появи спектральних значень характерного випадкового процесу в провідниковому каналі

Таблиця 1

Статистичні характеристики випадкових процесів у провідникових каналах

Статистична характеристика	Випадковий процес №				
	1	2	3	4	5
Кількість відліків	78592	775095	746422	713864	417959
Мін. пікове значення	-14936	-16945	-16157	-16385	-15725
Макс. пікове значення	16430	14001	15008	16355	16421
Розмах	31366	30946	31165	32740	32146
Вибіркове середнє	-0,6	-0,3	-0,7	-0,9	-0,2
Вибіркова дисперсія	23998879,8	15139834,6	21326080,6	22968788,8	29594004,9
Вибіркове ст. відхилення	4898,9	3891	4618	4792,6	5440
Оцінка ентропії	12,8	13,9	14,1	13,8	13,5
Кількість станів (h>0)	8633	24517	27489	20523	14469

Слід зауважити, що експериментальні дослідження каналів обміну даними проводились за умови інформаційної бездіяльності передавального пристрою, при цьому передавач залишався підключеним до каналного обладнання та знаходиться в активному (ввімкнутому) стані. Досліди проводились з різними

каналами в різний час та за допомогою різного обладнання. Результати аналізу характеристик найбільш характерних випадкових процесів у провідникових каналах подано в таблиці 1.

Результати статистичного дослідження одного з найхарактерніших випадкових процесів в радіоканалі подано на рис. 2.

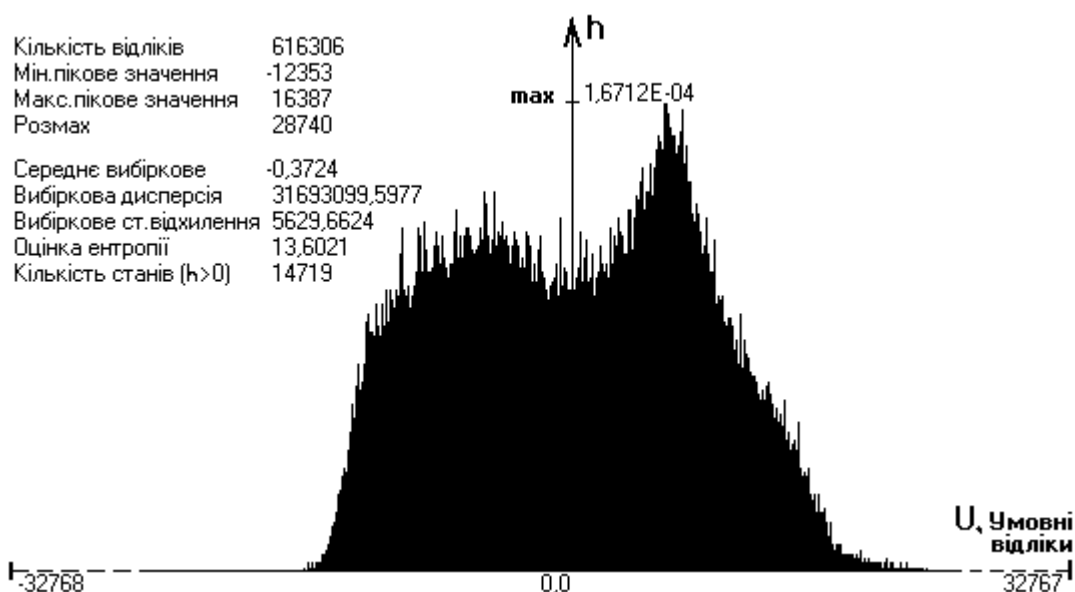


Рис.2. Розподіл імовірності появи спектральних значень характерного випадкового процесу в радіоканалі, центральна частота $2,7 \cdot 10^7$ Гц (амплітудна демодуляція)

Таблиця 2

Статистичні характеристики випадкових процесів у радіоканалах (амплітудна демодуляція)

Статистична характеристика	Випадковий процес №				
	1	2	3	4	5
Кількість відліків	799417	1029248	544544	881528	746870
Мін. пікове значення	-16385	-16384	-3146	-14475	-15880
Макс. пікове значення	12085	16211	16387	16393	16408
Розмах	28470	32595	19533	30868	32288
Вибіркове середнє	-0,4	-0,3	0	-0,8	-0,4
Вибіркова дисперсія	6281201	13154922,5	3099769	13267779,7	23095168
Вибіркове ст. відхилення	2506,2	3627	1760,6	3642,5	4805,7
Оцінка ентропії	13,3	12,6	11,8	11,6	14,15
Кількість станів (h>0)	17634	10744	7175	4785	27190

Результати аналізу найхарактерніших випадкових процесів у радіоканалах з амплітудною та частотною модуляцією інформаційних сигналів подано в табл/ 2, 3 відповідно. Експериментальні дослідження проведено для частотних діапазонів електромагнітних хвиль, від $1,5 \cdot 10^5$ Гц до $1,1 \cdot 10^8$ Гц, у різний час та за допомогою різного обладнання.

Таблиця 3

Статистичні характеристики випадкових процесів у радіоканалах (частотна демодуляція)

Статистична характеристика	Випадковий процес №				
	1	2	3	4	5
Кількість відліків	792311	792493	782049	673134	726176
Мін. пікове значення	-16395	-14388	-15604	-14818	-16385
Макс. пікове значення	16374	16367	16415	16438	14375
Розмах	32769	30755	32019	31256	30760
Вибіркове середнє	-0,3	-0,4	-0,9	-0,4	-0,2
Вибіркова дисперсія	15038274,4	11489617,6	11145373,8	12835474	10434706,7
Вибіркове ст. відхилення	3877,9	3389,6	3338,5	3582,7	3230,3
Оцінка ентропії	13,9	13,7	13,7	12,7	13,4
Кількість станів (h>0)	24402	21793	21416	10635	17397

Перетворення експериментальних аналогових вибірок досліджуваних процесів реалізовано на основі паралельного аналого-цифрового перетворювача, дискретність відліків за значеннями якого складає 16 біт, область значень від мінус 32768 до 32767, частота квантування в часовій області – $4,8 \cdot 10^4$ Гц, період квантування – $2,08 (3) \cdot 10^{-5}$ с., смуга аналізу в частотній області – $2,4 \cdot 10^4$ Гц. Крім того, перед проведенням аналізу, пікові амплітудні значення реалізацій випадкових процесів нормалізовано за рівнем (мінус) -6,02 дБ (~50 %) відносно максимально можливого значення.

Проведений аналіз статистичних характеристик провідникових каналів виявив наявності у каналі накладань на шум (з розподілом близьким до нормального), перешкод у вигляді частково детермінованих процесів: періодичних комутації, наводок промислової частоти, що можна побачити з наявності у рядах розподілу додаткових мод і підтверджується частотним спектральним аналізом. Аналіз рядів розподілу ймовірностей спектральних станів у радіоканалах виявив, що розподіл наближається до нормального у високочастотних діапазонах з модульованою частотою вищою $5 \cdot 10^7$ Гц, при використанні частотної чи фазової модуляції. Випадкові процеси в низькочастотних діапазонах, найбільш схильних до впливів атмосфери та промислових завод. При використанні амплітудної чи односмугової модуляції розподіл ймовірностей значень у каналі обміну даними відрізняється від нормального, за рахунок впливу сильних випадкових або частково детермінованих перешкод, а також часто представляється двох, трьох, або багатомодовими розподілами.

Крім того виявлено, що досить вузький коридор повторюваності має ентропія, фактично її значення знаходяться в коридорі від 11,5 до 14,2 при широких діапазонах зміни характеру процесів, значень стандартного відхилення та кількості станів з ненульовими відносними частотами. Причому значення ентропії не виходило за межі означеного коридору при зміні типу каналу (фізичного середовища) та обладнання за допомогою якого проводились дослідження.

Література

1. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука, 1977. – 832 с.
2. Дронов С.В. Многомерный статистический анализ.: Учебное пособие. Барнаул: Изд-во Алт.гос.ун-та, 2003. – 213 с.
3. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. – М.: Мир, 1989. – 540 с.

Надійшла 26.3.2005 р.

УДК 004.421.5

С.М. ЩЕРЯКОВ, А.Я. ПОЛЯНЧИЧ

Івано-Франківський Інститут менеджменту та економіки «Галицька академія»

СТРУКТУРНІ ВЛАСТИВОСТІ КЛЮЧІВ БАГАТОРІВНЕВИХ М-ПОСЛІДОВНОСТЕЙ

У роботі проаналізовано закономірності у формуванні ключів багаторівневих послідовностей максимальної довжини (М-послідовностей). Сформульовані три структурні властивості, які дозволяють сформулювати алгоритм, що значно скорочує кількість перевірок ключів при генеруванні М-послідовностей. Наведені таблиці для пошуку ключів формування М-послідовностей з основами $p = 3 \dots 83$.

Пошук ключів для формування багаторівневих послідовностей максимальної довжини (М-послідовностей) є однією із трудомістких задач, які вирішуються в системах багатонадресного асинхронного зв'язку та системах криптографічного захисту інформації.

Метою статті є виявлення закономірностей у структурі ключів, що формують багаторівневі М-послідовності, для прискорення процедури пошуку таких ключів. В роботі проаналізовані структурні властивості ключів М-послідовностей, надані рекомендації для прискорення пошуку ключів, які формують багаторівневі М-послідовності з основами $p > 2$.

Відома властивість парності для бінарних М-послідовностей [1], згідно з якою кожний ключ, що формує М-послідовність, має парний ключ; парні ключі бінарних М-послідовностей мають одиничний старший біт, а наступні $n-1$ бітів парного ключа стоять у зворотному порядку по відношенню один до одного (парними є ключі $1, a_1, a_2, \dots, a_{n-1}$ та $1, a_{n-1}, a_{n-2}, \dots, a_1$, де $a_1, a_2, \dots, a_{n-1} = 0, 1$). М-послідовності, сформовані парними ключами, є дзеркальним відображенням одна відносно одної. Таким чином, знаходження ключа бінарної М-послідовності має результатом винайдення другого ключа, парного до нього.

Властивість парності для бінарних М-послідовностей є частковим випадком загальної властивості парності ключів для довільної основи p , яка може бути сформульована наступним чином: для ключа