ники «розумних» карток зможуть оновлювати інформацію, яка зберігається на них, за допомогою спеціального додатка.

NFC знайде широке застосування в супермаркетах. Поруч із кожним продуктом буде розміщено NFC мітку, що містить інформацію про сам продукт і записує інформацію про нього на телефон покупця за допомогою відповідного додатка. Додаток дозволяє покупцеві отримати інформацію не лише про вартість продукту, а й про споживчі якості продукту, про найближчі магазини, де також є цей товар, і розмістити своє замовлення в режимі онлайн. Така система дозволяє покупцям своєчасно оцінювати й контролювати власні витрати, запобігаючи помилкам біля каси, наприклад повторному скануванню продукту. До інших переваг належить можливість зв'язати картку лояльності клієнта з додатком, аби покупець був у курсі всіх знижок. Щоб стимулювати покупців користуватися NFC та інтерактивними додатками, магазин повинен мати безкоштовний Wi-Fi.

Висновок

Технологію NFC уже на даному етапі її розвитку є сенс використовувати якомога ширше.

Незабаром NFC проникатиме в усе нові сфери нашого життя, навіть зовсім несподівані, що безперечно, сприятиме економічному й суспільному розвитку країни.

Література

1. ***Технология NFC*** *в электронных замках TESA [Електронний ресурс]: Tesa.— Режим доступу: http://www.tesa.ru/news/132.*

2. ***Голышко, А.*** *Мобильная лавка / А. Голышко // Мобильные Телекоммуникации.— 2011.— 07.— С. 26–31.*

3. ***NFC Ukrain*** *[Електронний ресурс]: NFC Ukrain.— Режим доступу: http://nfcukraine.com/.*

4. ***Потресов, С.*** *Билайн: Мобильный проездной / С. Потресов [Електронний ресурс].— Режим доступу: http://www.mobile-review.com/articles/2012/bee-nfc-metro.shtml.*

5. ***Liou, J. C.*** *A Sophisticated RFID Application on Multi-Factor Authentication // Information Technology: New Generations (ITNG): Eighth International Conference on.— IEEE, 2011.— P. 180–185.*

Рецензент: доктор техн. наук, професор Н. І. Кунах, Державний університет телекомунікацій, Київ.

О. Н. Ткаленко

АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ NFC В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Рассмотрены отрасли эффективного применения безпроводной технологии NFC как важного фактора экономического и общественного прогресса страны.

Ключевые слова: беспроводная технология; стандарт; системы контроля доступа; трансакция; физический и логический интерфейс.

O. M. Tkalenko

ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF NFC TECHNOLOGY IN TELECOMMUNICATION SYSTEMS

In the article was investigated the branches of telecommunication systems which work with NFC technology and areas in which it is possible to implement the NFC. The broadening of sphere of the using of NFC technology in the implementation of various telecommunication systems is proposed.

Keywords: wireless technology; standard; access control systems; transaction; physical and logical interface.

УДК 621.391:519.726

Б. Ю. ЖУРАКОВСЬКИЙ, доктор техн. наук, професор,
Державний університет телекомунікацій, Київ

МЕТОДИ ЕКОНОМІЧНОГО КОДУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Розглянуто класифікацію методів економічного кодування, тобто стиснення даних, згідно з якою виокремлюються чотири групи: раціональна вибірка даних, ефективне кодування, адаптивні методи, виділення параметрів. Головну увагу приділено раціональній вибірці даних — методам, що базуються на апроксимації сигналу деяким аналітичним виразом. Залежно від того, який апарат математичної статистики використовується, методи раціональної вибірки поділяються на два види: екстраполяційні та інтерполяційні. З'ясовано переваги та недоліки кожного з цих видів. Серед екстраполяційних методів найдокладніше описано метод поліномного передвіщування нульового порядку, що включає в себе три модифікації: із фіксованою апертурою, із плаваючою апертурою та зі зсувом. Описано також деякі інтерполяційні методи та методи, що поєднують у собі передвіщування з інтерполяцією.

Ключові слова: методи економічного кодування; метод апроксимації; інтерполяційні методи; криві розподілу кодових комбінацій; методи стиснення; поліномне передвіщування; методи з фіксованою та плаваючою апертурою.

Вступ

Стрімкий розвиток інфокомунікаціних технологій у всьому світі спонукає вітчизняних фахівців до розв'язання нагального завдання: забезпечити надання широкого спектра інформаційних послуг користувачам на сучасному якісно-технічному рівні. Основою, що підтримує розмаїття передаваної інформації, уможливлює ефективне управління процесами її обробки, виступає інфокомунікаційна мережа. Для досягнення глобальної

доступності, задоволення вимог ринку інформаційних послуг потрібна така архітектура мережі, яка оптимізувала б діюче устаткування згідно з новими технологіями. Зазначені вимоги спричинили створення глобальної інформаційної інфраструктури на базі концепції мережі наступного покоління (NGN). Для ефективної роботи такої мережі потрібна ефективна система передавання даних. Однією зі складових ефективності є висока вірогідність інформації, що передається, у поєднанні з достатньо великою швидкістю передавання [1].

Через безперервне збільшення обсягу інформації, що підлягає передаванню чи аналізу, постає необхідність у якомога більш економічних методах обробки відповідної неперервної часової функції.

Класифікація методів економічного кодування інформації

Здебільшого на практиці розглядаються методи, коли амплітудно-часова матриця, в яку вкладався сигнал, була рівномірна по обох осях координат. Утім кодовий опис можна зробити більш стисненим, якщо по одній з осей координат (або по обох) розподіл вибірок відповідатиме розподілу в сигналі ділянок, де міститься найважливіша (у відносному сенсі) для користувача інформація. Оскільки розподіл таких ділянок на кривій $x(t)$ нерівномірний, то кількість необхідних вибірок зменшується, а економічність повідомлення підвищується.

Зауважимо, що стиснення даних у телекомунікаціях призводить до більш ефективного використання смуги частот, потужності, мережних засобів або часу передавання. У разі аналізу неперервного сигналу за допомогою цифрових пристроїв неодмінно виконується операція попереднього його кодування. Від економічності методу здійснюваного перетворення часто залежить ефективність роботи всієї системи обробки даних.

Кодування сигналу зі стисненням даних, вочевидь, збільшує похибку при відновленні його з коду. Утім така плата за економічність, як правило, цілком виправдана [2].

Деякі методи стиснення даних не забезпечують відновлення сигналу. Але на практиці це не завжди необхідно, як, наприклад, при розпізнаванні образів, коли головне завдання — отримати компактний опис об'єкта або зменшити розмірність простору.

Усі відомі методи стиснення даних можна поділити на чотири групи:

1) раціональна вибірка даних;
2) ефективне кодування;
3) адаптивні методи;
4) виділення параметрів.

До *першої групи* належать методи, в основу яких покладено аналіз часової послідовності вибірок. *Другу групу* становлять методи, що включають у себе операцію квантування як основний елемент при обробці даних. Пристрої, функціонування яких змінюється відповідно до швидкості зміни фізичних якостей досліджуваного сигналу, реалізують *третю групу* — групу адаптивних методів стиснення. До *четвертої групи* належать методи, які досліджують один чи кілька параметрів функції $x(t)$. Стиснення даних у цьому разі забезпечується самим фактом обмеження кількості параметрів сигналу.

Усі методи стиснення, які входять до перших трьох груп, забезпечують оборотність кодів, тобто відновлення сигналу (із насамперед заданою похибкою).

Що ж до обротності кодів, отриманих виділенням параметрів, то вона залежить від того, які саме параметри сигналу фільтруються. Здебільшого ці методи не забезпечують відновлення сигналу.

Зауважимо, що класифікацію методів стиснення, наведену на рис. 1, слід розглядати як доволі умовну, оскільки деякі методи можуть однаковою мірою належати до тієї чи іншої групи. Деякі методи, віднесені до різних груп, об'єднують для збільшення ефективності стиснення [3].

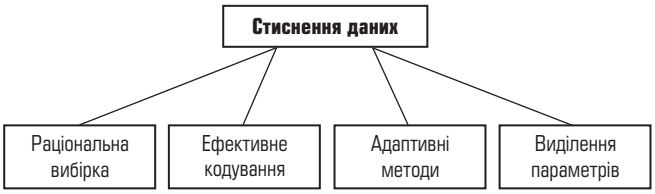

Рис. 1. Класифікація методів економічного кодування інформації

Раціональна вибірка

Методи цієї групи базуються на апроксимації сигналу $x(t)$ певним аналітичним виразом. Попередньо сигнал рівномірно дискретизується. Потім отримана дискретна послідовність фільтрується за заданим алгоритмом. Зазвичай фільтрація полягає у відшуканні вибірок, амплітуда яких перевищує припустиму похибку апроксимації. Саме ці вибірки як інформативні підлягають передаванню, зберіганню чи аналізу, а решту вилучають як несуттєві. Що ж до критерію інформативності, то його роль відіграє *максимальна* чи *середньоквадратична похибка*.

Залежно від того, який апарат математичної статистики використовується, методи, що входять до цієї групи, поділяють на два види: або з *передвіщуванням* (екстраполяцією), або з *інтерполяцією* (рис. 2).

Рис. 2. Класифікація методів раціональної вибірки

Передвіщування базується на правилі, згідно з яким кожна вибірка x_i послідовності $x_1, x_2, \ldots, x_n$ порівнюється з передбаченим значенням x_i^*, яке обчислюється з урахуванням

характеру отриманих раніше даних. Якщо різниця між дійсним і передвіщуваним значеннями перевищує встановлені межі допуску, то вибірка вважається інформативною. Вона передається, а також використовується для передвіщування значень наступних вибірок. Вибірка, яка не виходить за межі допуску, вважається надлишковою, оскільки може бути відновлена згодом із тією самою припустимою похибкою.

Методи передвіщування достатньо ефективні, якщо послідовність вибірок $\{x_i\}$ характеризується відносною постійністю. Проте вони малопридатні, якщо $x(t)$ змінюється деяким випадковим чином або спотворена високочастотною завадою [4].

Інтерполяційні методи, на відміну від методів передвіщування, спираються на таке правило: при визначенні інформаційної значущості вибірки x_i враховуються значення всіх вибірок до останньої переданої. Ці методи дозволяють отримати значне стиснення інформації в тому разі, коли методи передвіщування неефективні.

Варто зазначити, що технічна реалізація методів передвіщування простіша.

Як у методах передвіщування, так і в методах інтерполяції використовуються різні види апроксимуючих функцій: *поліномні, синусоїдні, експоненціальні* тощо.

Розглянемо поліномні методи як найбільш ефективні й такі, що використовуються найчастіше.

Поліномне передвіщування. В основу цього передвіщування покладено метод скінченних різниць, який дозволяє визначити поліном n-го порядку в $(n+1)$ точці.

Наприклад, поліном виду

$$x(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t_2 + \ldots + a_n t^n \qquad (1)$$

можна точково апроксимувати за допомогою різницевого рівняння

$$x_i^* = x_{i-1} + \Delta x_{i-1} + \Delta^2 x_{i-1} + \ldots + \Delta^n x_{i-1}, \qquad (2)$$

де x_i^* — передвіщуване значення в момент t_i; x_{i-1} — значення в попередній точці вибірки; $x_{i-1} + \Delta^2 x_{i-1} + \ldots + \Delta^n x_{i-1}$ — різниця відповідного порядку між значеннями в моменти t_{i-1} та t_{i-2}.

Тут $(n+1)$ попередніх значень $x_{i-1}, x_{i-2}, \ldots, x_{i-(n+1)}$ відомі, а значення x_i^* має бути передвіщено.

Порядок передвіщування визначається кількістю використовуваних членів ряду (2).

***Передвіщування нульового порядку* (ПНП)** — найпростіший вид поліномного передвіщування. При $n = 0$ вираз (2) набирає вигляду

$$x_i^* = x_{i-1}. \qquad (3)$$

Таким чином, прогнозується, що кожна нова вибірка з деякою заданою точністю матиме таке саме значення, як і попередня інформаційна точка.

Розглядають три різновиди методів передвіщування нульового порядку:

1) із фіксованою апертурою;

2) із плаваючою апертурою;

3) зі зсувом.

1. ПНП із фіксованою апертурою полягає в установленні набору фіксованих рівнів, кожний з яких має ширину ε_0.

Нехай x_i — остання передана вибірка. Прогнозується, що наступні вибірки x_{i+1}, x_{i+2} будуть відрізнятися від x_i не більш ніж на значення допуску ε_0. Якщо всі вони потраплять у смугу ε_0, то кожна з цих вибірок вилучається як надлишкова.

Будь-яка вибірка, що потрапляє на межу зазначеної смуги або опиняється за її межами, передається як інформативна.

Простий приклад дії алгоритму — округлення значень ряду багатоцифрових чисел до заданого знака.

2. ПНП із плаваючою апертурою відрізняється від попереднього випадку тим, що кожна інформативна точка x_i на наступних етапах передвіщування використовується як нова вихідна величина.

Отже, апертура переміщується (плаває) разом з останньою переданою величиною. Ширину апертури згідно з цим алгоритмом беруть таку, що дорівнює $2\varepsilon_0$, причому надлишковими вважаються точки x_i, які містяться в межах допуску $(x_{i-1} + \varepsilon_0)$ і $(x_{i-1} - \varepsilon_0)$.

3. ПНП зі зсувом — метод, схожий на попередній. Апертура шириною $2\varepsilon_0$ переміщується залежно від зміни сигналу $x(t)$. Знак зсуву визначається значенням останньої вибірки x_i. Якщо $x_i \le x_i^* - \varepsilon_0$, то наступне передвіщене значення $x_{i+1}^* = x_i - 2\varepsilon_0$, а при $x_i \ge x_i^* + \varepsilon_0$ — $x_{i+1}^* = x_i + 2\varepsilon_0$.

Передвіщування першого порядку. Згідно з цим методом використовується екстраполяційний поліном 1-го порядку, тобто $n = 1$, а вираз (2) набирає вигляду

$$x_i^* = 2x_{i-1} - x_{i-2}. \qquad (4)$$

Якщо надлишкова частина часової функції при стисненні її за методом ПНП апроксимується відрізком горизонтальної прямої, то тут надлишкова частина відповідно до (4) подається відрізком прямої лінії, проведеної між двома останніми інформативними точками.

Складність реалізації методів поліномного передвіщування зростає зі зростанням кількості використовуваних членів ряду (2).

Автоматична апроксимація сигналів кривими $(n \ge 2)$ не має сенсу з багатьох причин. Головна з них — низька завадозахищеність таких пристроїв.

Зауважимо, що існують методи, які базуються на використанні самого лише передвіщування. До них належить метод оптимального ***лінійного передвіщування*** (ЛП) [3], коли розв'язується задача передвіщування значення випадкового процесу $x(t)$ в момент вибірки t_i за відомими значеннями попередніх вибірок.

Таким чином, передвіщуване значення x_i^* є функцією від усіх значень $\{x(t_{i-1})\}$, $j = 1, 2, \ldots, n$:

$$x_i^* = f\,[x(t_{i-1}), \ldots, x(t_{i-n})]. \qquad (5)$$

Оскільки ця задача є ймовірнісна, то досягнуту точність передвіщування можна оцінити лише статистичними методами за допомогою середньоквадратичної похибки.

Істотний недолік цього методу (крім великої кількості обчислень) полягає в необхідності знати заздалегідь спектр потужності поданої неперервної функції часу.

Поліномна інтерполяція. При інтерполяції неодмінна операція — запам'ятовування ряду вибірок, які далі підлягають фільтруванню. В апертурних методах критерієм фільтрації є час, протягом якого кодований сигнал не перевищує заданої апертури, причому цей час має бути найбільший [5].

Процес уточнення кривої, побудованої за апроксимуючим поліномом, в якому для стиснення даних використовуються попередні вибірки, називається *поліномною інтерполяцією*.

Як і в разі передвіщування, для інтерполяції можна використати методи апроксимації кривої поліномами нульового та вищого порядків.

Існують також методи стиснення, які поєднують передвіщування та інтерполяцію [6]. Згідно з цими методами щоразу після аналізу відповідної кількості вибірок обчислюються значення n у поліномі **(2).** Із зростанням кількості етапів аналізу значення n також збільшується. У такий спосіб можна досягти суттєвого стиснення даних, хоча й з одночасним зростанням кількості обчислень.

Висновок

Розглянуті методи забезпечують суттєве стиснення інформації. Пропонована класифікація методів ефективного кодування дає змогу чітко визначити, в яких випадках доцільно застосовувати той чи інший метод.

Література

1. ***Ольховский, Ю. Б.*** *Сжатие данных при телеизмерениях / Ю. Б. Ольховский, О. Н. Новоселов, А. Б. Мановцев.— М.: Сов. радио, 1971.— 304 с.*

2. ***Шульгин, В. И.*** *Основы теории передачи информации. Ч. I. Экономное кодирование: учеб. пособие / В. И. Шульгин.— Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2002.— 100 с.*

3. ***Хохлов, Г. И.*** *Элементы теории корректирующих кодов / Г. И. Хохлов.— М.: МИРЭА, 1980.— 136 с.*

4. ***Жураковський, Б. Ю.*** *Дослідження використання нових завадостійких кодів для каналів зі стиранням / Б. Ю. Жураковський.— Вісник ДУІКТ, 2012.— Т. 10.— С. 93–96.*

5. ***Полторак, В. П.*** *Полиномиальное кодирование информации в системах управления / В. П. Полторак, Ю. П. Жураковський, Б. Ю. Жураковський // Праці 5-ї Укр. конф. з автоматичного управління «Автоматика-98»: Київ, 13–16 травня 1998 р.— Ч. IV.— К.: Вид-во НТУУ «КПИ», 1998.— С. 270.*

6. ***Wiener, N.*** *The extrapolation, interpolation and smoothing of stationary time series / N. Wiener.— 1949.— № 4.— P. 128.*

Б. Ю. Жураковский

МЕТОДЫ ЭКОНОМИЧНОГО КОДИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Рассмотрено классификацию методов экономичного кодирования, то есть сжатия данных, относительно которой выделяются четыре группы: рациональная выборка данных, эффективное кодирование, адаптивные методы, выделение параметров. Главное внимание уделено рациональной выборке данных — методам, которые базируются на аппроксимации сигнала некоторым аналитическим выражением. Зависимо от того, какой аппарат математической статистики используется, методы рациональной выборки делятся на два вида: экстраполяционные и интерполяционные. Выяснены преимущества и недостатки каждого из двух видов. Среди экстраполяционных методов наиболее детально описан метод полиномного предсказания нулевого порядка, что включает в себя три модификации: с фиксированной апертурой, с плавающей апертурой и со сдвигом. Описано также некоторые интерполяционные методы и методы, которые объединяют в себе предсказание с интерполяцией.

Ключевые слова: методы экономичного кодирования; метод аппроксимации; интерполяционные методы; кривые распределения кодовых комбинаций; методы сжатия; полиномное предсказание; методы с фиксированной и плавающей апертурой.

B. Yu. Zhurakovsky

ECONOMIC METHODS OF ENCODING INFORMATION

The article deals with the classification methods of economic coding. All known compression methods are divided into four groups: a rational selection of data, efficient coding, adaptive methods, the selection of parameters. The greatest attention is paid to the rational data sample. Methods of this group are based on an approximation of the signal analytic expression. Depending on what kind of mathematical statistics used, methods of rational sample divided into two types: with extrapolation and with interpolation. The advantages and disadvantages of these two species are viewed. Among interpolation methods advantage is given to polynomial methods, which include the method of polynomial prediction. Most notable among them are zero-order prediction, which in turn is divided into: a fixed-aperture method, floating method and aperture offset method. But with increasing number of members the complexity of the implementation of these methods also increases. In this case it is possible to apply the linear prediction method. It is also possible to use polynomial interpolation, applying the methods of curve fitting polynomials of zero and higher orders. In some cases, using compression techniques that combine prediction and interpolation is possible. All of these methods can achieve significant compression.

Keywords: methods of economic coding; method of approximation; interpolation methods; the distribution curves of codewords; compression methods; polynomial prediction; methods with fixed and variable aperture.