

РЕАЛІЗАЦІЯ АДАПТИВНОГО ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ У РОЗПОДІЛЕНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ

А.Я. Кулик, *д-р техн. наук, доцент,*
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Стаття присвячена побудові алгоритму адаптивного передавання інформації в режимі повторювання і декодування з арбітражем. Отримані математичні співвідношення, які визначають інформативні параметри, що мають оцінюватися під час тестування каналу. Експериментальна перевірка підтвердила правильність теоретичних положень.

Ключові слова: *передавання інформації, адаптація.*

Статья посвящена построению алгоритма адаптивной передачи информации в режиме повторения и декодирования с арбитражем. Получены математические соотношения, определяющие информативные параметры, которые необходимо оценивать при тестировании. Экспериментальная проверка подтвердила правильность теоретических положений.

Ключевые слова: *передача информации, адаптация.*

ВСТУП

У техніці передавання інформації широко відома сім'я алгоритмів передавання інформації з повторюванням [1, 2]. До них можна віднести:

- код із подвоєнням елементів або кореляційний, коли одиниця передається сполученням 10, а нуль – 01;
- інверсний код, для якого парна кількість одиниць у комбінації означає її повторення, а непарна – повторення з інверсією;
- код із повторюванням, коли кодова комбінація просто повторюється.

У разі побудови кодів за класичним алгоритмом їх можна віднести до кодів з визначенням помилок, оскільки вони спроможні визначати поодинокі спотворення сигналів. Використання m -кратного повторення з арбітражем дозволяє здійснювати виправлення помилок [1, 2]. Простота реалізації алгоритмів визначає перспективність його використання. Але на практиці побудова такого алгоритму пов'язана з певними складнощами.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Виходячи з умов арбітражу, можна визначити, що кількість повторів повинна бути непарною, але скільки разів конкретно потрібно передавати кодову комбінацію (три, п'ять, сім тощо), – невідомо. Абсолютно працездатним цей алгоритм стає у разі, коли передавати кодову комбінацію з передавального на приймальну сторону, потім у зворотному напрямку, порівнювати їх, і лише у разі збігу надавати на приймальну сторону підтвердження щодо правильності приймання. Та, незважаючи на надійність алгоритму, він вимагає надмірних ресурсів каналу зв'язку, режиму симетричного напівдуплекса, а краще дуплекса тощо. Таким чином, для реалізації алгоритму передавання з повторюванням та арбітражем необхідно з умов передавання визначити кратність повторювання кодівих комбінацій, а це дозволить побудувати адаптивний алгоритм передавання інформації.

ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Якщо протягом часу передавання інформації рівень сигналу постійний і дорівнює U_c , а на сигнал впливає адитивна завада U , то послідовність відрахунків можна подати у вигляді

$$\begin{cases} U_1 = U_c + U_{\xi 1} \\ U_1 = U_c + U_{\xi 2} \\ \vdots \\ U_1 = U_c + U_{\xi m} \end{cases}, \quad (1)$$

де U_i – значення напруги завади в момент i -го відрахунку.

У каналі зв'язку буде проходити сигнал

$$U = \sum_{i=1}^m (U_c + U_{\xi i}) = m \cdot U_c + \sum_{i=1}^m U_{\xi i}. \quad (2)$$

Відношення потужностей сигналу та завади буде визначатися співвідношенням

$$\left(\frac{P_c}{P_{\xi}} \right) = \frac{(m \cdot U_c)^2}{D \left(\sum_{i=1}^m U_{\xi i} \right)}, \quad (3)$$

де $D \left(\sum_{i=1}^m U_{\xi i} \right)$ – дисперсія завади в каналі зв'язку.

З урахуванням того, що значення рівня завади некорельовані, дисперсія суми відрахунків U_i дорівнює сумі дисперсій відрахунків

$$D \left(\sum_{i=1}^m U_{\xi i} \right) = \sum_{i=1}^m D(U_{\xi i}). \quad (4)$$

Обмеженість у часі процесу передавання інформації дозволяє зробити достатньо ймовірне припущення, що під час передавання адитивну заваду можна розглядати як стаціонарний випадковий процес. Тоді

$$D \left(\sum_{i=1}^m U_{\xi i} \right) = m \cdot D(U_{\xi i}). \quad (5)$$

Співвідношення потужностей сигналу і завади в каналі зв'язку з m -кратним повторюванням можна подати у вигляді

$$\left(\frac{P_c}{P_{\xi}} \right)_m = \frac{(m \cdot U_c)^2}{m \cdot D(U_{\xi})} = m \cdot \left(\frac{U_c^2}{D(U_{\xi})} \right) = m \cdot \left(\frac{P_c}{P_{\xi}} \right)_1. \quad (6)$$

Співвідношення сигнал/шум пов'язано з імовірністю помилки під час передавання за допомогою інтегралу ймовірності

$$V_{im}(x) = \frac{1}{\sqrt{2}} \int_x^{\infty} e^{-z^2/2} dz, \quad (7)$$

значення якого розраховані чисельними методами і розміщені у таблицях [1, 3]. Враховуючи, що для несиметричних каналів (ймовірності спотворення нулів p_{01} та одиниць p_{10} нерівні) умови передавання є більш жорсткими, необхідно визначати показники для найгіршого з випадків

$$p_{01} = V_{im} \left(\frac{U_{nop}}{U_{\xi}} \right), \quad (8)$$

$$p_{10} = V_{im} \left(\frac{U_c}{U_{\xi}} - \frac{U_{nop}}{U_{\xi}} \right), \quad (9)$$

де U_{nop} – порогове значення ідентифікації одиниці на приймальній стороні.

Попередньо задавшись імовірністю помилки, можна визначити необхідні енергетичні параметри передавання, а також об'єм сигналу, потрібний для забезпечення безпомилкового передавання

$$V = F \cdot T \cdot \log \left(\frac{P_c}{P_{\xi}} \right), \quad (10)$$

де F – смуга частот, яку займає сигнал;

T – час передавання інформації.

$$\begin{aligned} V = F \cdot T \cdot \log \left(\frac{P_c}{P_{\xi}} \right) &= F \cdot T \cdot \log \left(\frac{P_c}{m \cdot P_{\xi}} \cdot m \right) = F \cdot T \left(\log m + \log \left(\frac{P_c}{m \cdot P_{\xi}} \right) \right) = \\ &= F \cdot \left(T \cdot \log \left(\frac{P_c}{m \cdot P_{\xi}} \right) + T \cdot \log m \right). \end{aligned} \quad (11)$$

Вираз (11) можна інтерпретувати таким чином, що якщо рівень завад у каналі зв'язку збільшується в m разів, то для збереження об'єму сигналу час передавання треба збільшити в $(1 + \log m)$ разів. А оскільки об'єм сигналу визначався для забезпечення необхідних умов передавання, то вони і будуть зберігатися. Виходячи з цього, при збільшенні рівня завад над базовим у m разів, передавання кодової комбінації потрібно додатково передавати $\log m$ разів. Основа логарифма визначається одиницями визначення співвідношення сигнал/шум. Якщо воно вимірюється у децибелах, то основою буде 10, а якщо у двійкових одиницях – 2.

Так само можна визначити об'єм сигналу й у випадку передавання інформації з обмеженням смуги частот у комп'ютерному форматі

$$\begin{aligned} V = 3,5 \cdot N \cdot \log \left(\frac{P_c}{P_{\xi}} \right) &= 3,5 \cdot N \cdot \log \left(\frac{P_c}{m \cdot P_{\xi}} \cdot m \right) = \\ &= 3,5 \cdot N \left(\log \left(\frac{P_c}{m \cdot P_{\xi}} \right) + \log m \right), \end{aligned} \quad (12)$$

але в цьому разі потрібно так само збільшувати не час передавання, а обсяг даних N , що передаються до каналу зв'язку. Аналогічні співвідношення можна отримати і для амплітуд сигналів.

Реалізувати такий алгоритм можна на базі персонального комп'ютера чи мікропроцесорного контролера для будь-якого режиму реєстрації (програмного опитування, переривань чи прямого доступу до пам'яті) [4]. Наведена нижче структура ілюструє режим програмного опитування як найбільш простий у реалізації.

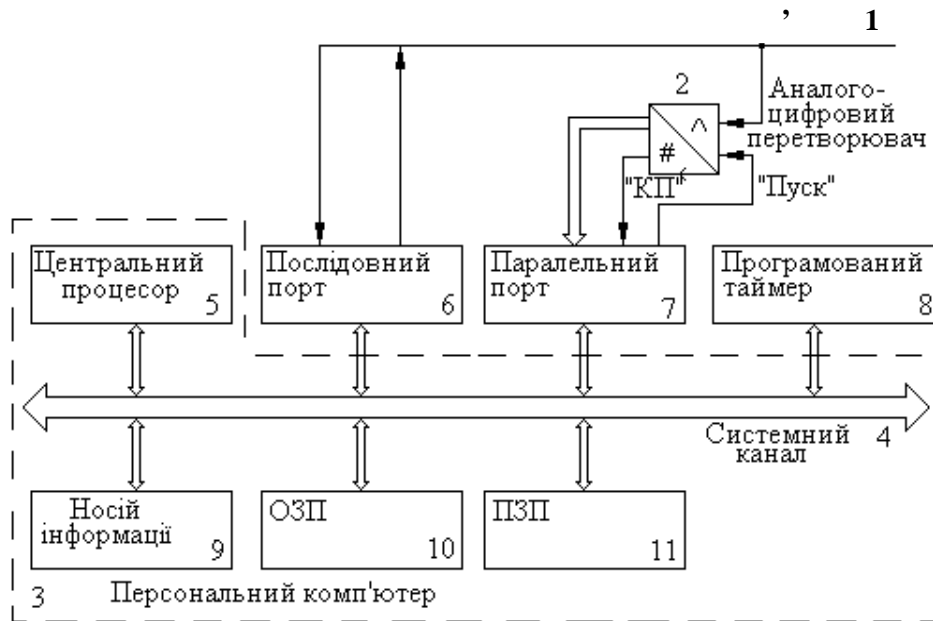


Рисунок 1 – Структура тестування каналу і передавання даних

Процес тестування каналу полягає у визначенні середньоквадратичного значення напруги завади, що здійснюється в холостому режимі (без передавання даних до каналу). Реєстрацію значень напруги потрібно здійснювати в умовах, наближених до реального режиму передавання (з урахуванням швидкості) для уникнення динамічної похибки. Період вимірювання напруги завади необхідно визначати із співвідношення

$$T_{вим} = \tau_{in} = \frac{1}{k \cdot v}, \quad (13)$$

де k – коефіцієнт масштабування, що визначає відповідність між швидкістю передавання інформації та частотою синхронізації, відрізняється від 1 біт/символ лише для диференціальної модуляції;

v – швидкість передавання інформації, біт/с;

τ_{in} – час передавання одного інформаційного імпульсу.

Часові відзначки вимірювання сигналу завади задаються таймером.

Оскільки в даному випадку не потрібно реалізовувати режим симетричного напівдуплекса, а можна просто передавати дані в одному напрямку, то в середньому виграш у часі буде приблизно удвічі. Відповідно теж збільшується ефективність використання каналу, хоча попередньо витрачається час на його тестування.

Експериментальна перевірка підтвердила отримані теоретичні результати, що підтверджується рис. 2.

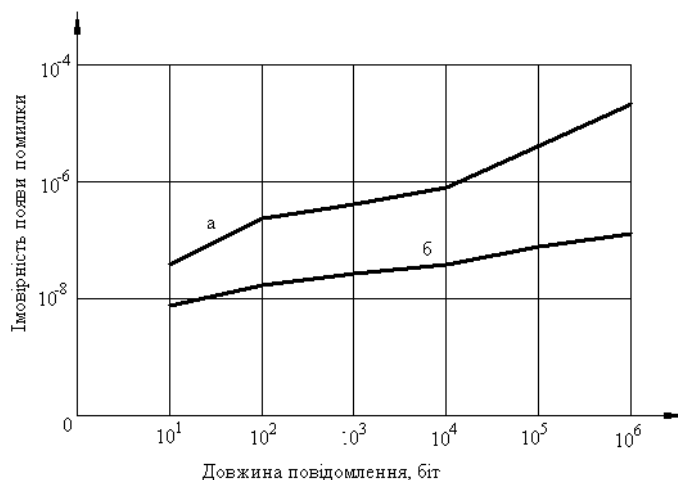


Рисунок 2 - Тестування методу адаптації з арбітражем при передаванні:
а – трикратне передавання; б – п'ятикратне передавання

ВИСНОВКИ

Розроблений алгоритм, який дозволяє визначити оптимальну кількість повторів для режиму передавання з повторюванням та арбітражем, який є найбільш поширеним. Експериментальна перевірка підтвердила правильність теоретичних положень.

SUMMARY

REALIZATION OF DATA ADAPTIVE TRANSMISSION IN THE ALLOCATED COMPUTER SYSTEMS

A.Y. Kulyk,

Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa

The article is devoted to consideration of questions of construction of algorithm of adaptive transfer of the information in a mode of recurrence and decoding with arbitration. The mathematical formulas determining informative parameters are received which are necessary for receiving at testing. The experimental check has proved theoretical rules.

Key words: *transfer of the information, adapter.*

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи техніки передавання інформації / Кветний Р.Н., Компанець М.М., Кривогубченко С.Г., Кулик А.Я.. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2002 – 358 с.
2. Кузьмин И.В. Кодирование и декодирование в информационных системах / Кузьмин И.В., Клочко В.И., Литвин В.А.. – К.: Вища школа, 1985. – 190 с.
3. Тутевич В.Н. Телемеханика. – М.: Высшая школа, 1985 – 423 с.
4. Особливості побудови засобів передавання дискретної інформації лініями зв'язку колективного користування / Кулик А.Я., Кривогубченко С.Г., Компанець М.М., Дідик О.М. // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2001. - № 2. - С. 192 – 199.

Надійшла до редакції 20 серпня 2010 р.