

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПОМИЛОК В ЗАВАДОСТІЙКОМУ КОДУВАННІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведена класифікація помилок для різних моделей каналів зв'язку. Проаналізовані різні способи перемежування кодового слова. Запропонована циклічна степенева перестановка, яка дозволяє здійснити перехід від моделі випадкових помилок до моделі пакетів помилок.

Ключові слова: випадкові помилки, пакетні помилки, перемежування, циклічні коди.

Abstract

The classification of the errors for the different of channel models has been introduced. Different methods of interleaving of code word are analysed. The power permutation decoding which allows to transition from the model of random errors to the model of burst errors is offered.

Keywords: random errors, burst errors, interleaving, cyclic codes.

При передачі по каналу інформація піддається впливу різноманітних завад (шумів), в результаті чого погіршується якість зв'язку. В залежності від характеру змін в часі розрізняють флуктуаційні, гармонічні та імпульсні перешкоди, а також замирання. Вплив різних типів завад проявляється в тому, що замість переданих символів можуть бути прийняті зовсім інші. Таку подію називають *помилкою* [1].

Задачею завадостійкого кодування є розробка такого способу кодування, який дозволяє ліквідувати вплив можливих помилок і відновити повідомлення, яке була передано по каналу зв'язку. Зауважимо, що під каналом зв'язку розуміють не лише традиційний супутниковий чи радіозв'язок, але також і інші системи передавання даних: наприклад, засоби зберігання і архівування даних.

Переважну кількість помилок можна розбити на два класи: *інверсні помилки* (зміна правильних значень на інші із заданого алфавіту значень) і *стирання* (помилки, в яких невідомі значення, але відоме їх розташування).

Інверсні помилки можуть бути або *випадковими* (тобто рознесеними по всій довжині кодового слова), або *пакетними* (зосередженими в обмеженій області кодового слова).

Будемо розрізняти два типи пакетних помилок: розріджені пакети та суцільні пакети [2].

ОЗНАЧЕННЯ 1. Циклічним розрідженим пакетом A_{any} помилок в кодовому слові називається таке його циклічне підслово, початковий і кінцевий розряди якого є помилковими, і всі інші помилкові розряди знаходяться лише в межах цього підслова.

ОЗНАЧЕННЯ 2. Циклічним суцільним пакетом A_{sol} помилок в кодовому слові називається таке його циклічне підслово, всі розряди якого є помилковими.

Аналогічним чином розрізняють випадкові стирання та пакети стирань розрядів кодових слів.

Основна проблема, яка виникає при декодуванні кодових слів, полягає в тому, що однаковий синдром може відповідати як пакету A_{any} помилок (або пакету A_{sol} помилок) і деякому набору випадкових помилок. В результаті неможливо точно розрізнити такі помилки.

Традиційним способом розв'язання таких проблем є використання різних засобів перемежування розрядів кодового слова – блокового, матричного, згорткового [3]. Мета такого

перемежування – полегшення пошуку помилок через перехід від пакетного формату помилок до випадкового формату помилок. Такий підхід є доцільним в каналах зв'язку з пам'яттю, в яких можуть виникати пакети помилок великої довжини.

Однак, в каналах без пам'яті (симетричному, гаусовому) більш поширеною є випадкова модель помилок, і для прискорення декодування в цих каналах доцільно використовувати перемежування, яке дозволяє здійснити протилежний перехід: від випадкових помилок до пакетів помилок. Таким способом перемежування є циклічна степенева перестановка виду

$$i \rightarrow (2^v i) \bmod n \text{ (або } i \rightarrow (2^{-v} i) \bmod n),$$

яка еквівалентна множенню відповідного показника степеня на 2^v или 2^{-v} [4]. В найпростішому варіанті степенева перестановка полягає в тому, що спочатку записуються всі непарні розряди кодового слова Z , а потім – парні (можна починати і з парних розрядів). Зазначимо, що для циклічних (n, k) -кодів розмір утворюваних розріджених пакетів помилок не повинен перевищувати величину $(n - k)$ [5].

Перевагою моделі суцільних пакетів помилок є їх просте декодування для величин пакетів до $n/2$.

Правильний вибір математичних моделей помилок в різних каналах зв'язку дозволить правильно і швидко виконати процедуру декодування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б. Скляр. ; Изд. 2-е, испр. ; Пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1104 с.
2. Semerenko V. P. Burst-Error Correction for Cyclic Codes / V. P. Semerenko // Proceeding of International IEEE Conference EUROCON2009, S. Petersburg, Russia. – P.1646–1651.
3. Мелентьев О. Г. Теоретические аспекты передачи данных по каналам с группирующимися ошибками / О. Г. Мелентьев. – М. : Горячая линия-Телеком, 2007. – 232 с.
4. Кларк Дж., мл. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи / Дж. Кларк мл., Дж. Кейн ; пер. с англ. – М. : Радио и связь, 1987. – 392 с.
5. Семеренко В. П. Теорія циклічних кодів на основі автоматних моделей : монографія / В. П. Семеренко. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 444 с

Василь Петрович Семеренко – канд. техн. наук, доцент, кафедра обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vasilsemerenko@gmail.com
Олег Ігорович Копитко – студент групи ІКІ-16мс, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oleg.kopitko1@gmail.com

Vasyl P. Semerenko – PhD, Associate Professor, Department of computer technique, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, , e-mail: vasilsemerenko@gmail.com
Oleg I. Kopytko – student, Department of computer technique, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oleg.kopitko1@gmail.com