

СУЧАСНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ТУРБО-КОДІВ В ЗАВАДОСТІЙКОМУ КОДУВАННІ

В системах передавання даних для боротьби з аздами застосовується завадостійке кодування. Його використовують для стиснення інформації і для захисту даних в пам'яті обчислювального пристрою та накопичувача інформації.

Турбо-код має досить потужний метод виправлення помилок, був розроблений в 1993 р. та описаний в наукових працях С. Berrou, А. Glavieux, Р. Thitimajshima. Він має важливу перевагу в тому, що дозволяє забезпечити надійний зв'язок з ефективністю дуже близькою до теоретичної границі Клода Шенона. Турбо-коди є новим класом методів, що визначають ітеративне кодування з виправлення помилок. Турбо-код відноситься до блокових кодів, але будується на основі згорткових кодів. Турбо-код постійно удосконалюється у напрямі підвищення швидкості та надійності передавання даних. Це робить його найбільш перспективним в волоконно-оптичних лініях зв'язку, цифровому телебаченні, космічних та мобільних мережах зв'язку [1].

Використання турбо-кодів дозволяє працювати при значно більш низьких відношеннях сигнал/шум, ніж при використанні згорткового коду Вітербі або каскадних кодів Вітербі-Ріда-Соломона. Турбо-код забезпечує роботу при співвідношенні сигнал/шум приблизно 2 дБ в лініях, обмежених по доступній потужності [2].

Для турбо-кової системи (рис.1) зі швидкістю $1/3$ [3] доцільно використати верхній регістр для позначення двійкових чисел, а нижній регістр – для значень сигнал/символ.

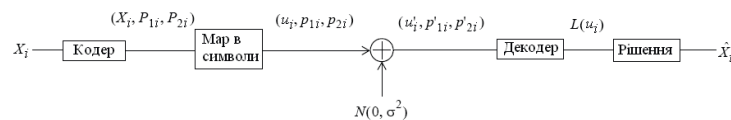


Рис. 1. Система турбо-коду

X_i – подана послідовність інформаційних бітів; P_{1i} – дубіт з кодера 1; P_{2i} – дубіт кодера 2; U_i – інформаційні символні дані; p_{1i} – символи парності з декодера 1; p_{2i} – символи парності з декодера 2; σ^2 – дисперсія шуму; u_i' – зашумовані інформаційні символні дані; p'_{1k} – зашумовані символи парності з декодера 1; p'_{2k} – зашумовані символи парності з декодера 2; $L(u_i)$ – «м'яке» рішення декодера; \hat{X}_i – «жорстке» рішення декодера. Схема турбо-кодера з двома загортковими ідентичними кодерами та перемежувачем P наведена на рис.2. Завданням перемежувача є перетворення вхідної інформаційної послідовності таким чином, щоб комбінації, що призводять до кодових слів з низькою вагою на виході першого кодера, були перетворені в комбінації, що породжують кодові слова з високою вагою на виході інших кодерів. Перемежувач є одним із способів боротьби з помилками.



Рис. 2. Схема турбо-кодера

Структура турбо-декодера (рис.3) складається з пари декодерів. Які працюють спільно для того, щоб уточнити оцінку бітів.

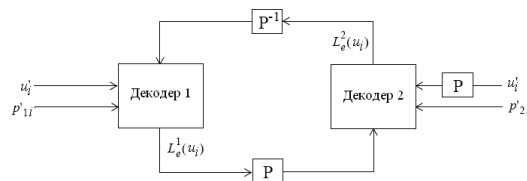


Рис. 3. Схема турбо-декодера

Декодери працюють на основі алгоритму декодування по максимуму апостеріорної імовірності і випускають інформацію «м'якого рішення». Спочатку декодер № 1 починає роботу без ініціалізації інформації. У наступних ітераціях інформація «м'яких рішень» використовується для активації іншого декодера. Інформація з декодера обертається петлею до того моменту, поки «м'які» рішення не сходяться на стабільному наборі значень.

Список використаних джерел:

1. Breiling M. The Super-Trellis Structure of Turbo Codes / M. Breiling, L. Hanzo // IEEE Transactions on Information Theory. 2000. V. 46. № 6. P. 2212-2228.
2. Бурачок Р.А., Климаш М.М., Коваль Б.В. Телекомунікаційні системи передавання інформації. Метод кодування. Львів: Видавництво Львівської політехніки. 2015.
3. Berrou C. Near Shannon Limit Error-Correcting Coding and Decoding: Turbo-Codes / C. Berrou, A. Glavieux, P. Thitimajshima // IEEE Transactions on Information Theory. 1996. V. 44. № 10. P. 1064-1070.