

*Майданюк Володимир Павлович,
к.т.н., доцент кафедри програмного забезпечення,
Вінницький національний технічний університет, Україна*

*Рикачевський Олексій Олександрович, студент групи ПЗ 15-мі,
факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії,
Вінницький національний технічний університет, Україна*

РОЗРОБКА НАВЧАЮЧОЇ ПРОГРАМИ «ВИВЧЕННЯ ГРАТЧАСТИХ КОДІВ»

У статті розроблено інтерактивну навчаючу програму вивчення гратчастих кодів та методів завадостійкого кодування.

Ключові слова: завадостійке кодування, гратчасті коди, інтерактивне навчання.

The article discusses the interactive teaching program of study lattice codes and noise-immune coding methods.

Keywords: noise-immune coding, lattice codes, interactive teaching.

Вступ. Стрімкі зміни - одна з основних характеристик сучасного суспільства. Інтенсивне впровадження прогресивних технологій в усі сфери життя зумовило безупинне вдосконалювання людської діяльності. Зростає потреба в нових формах освіти, навчання, набутті навичок. Саме тому виникає завдання у створенні нових, інтерактивних підходів до навчання. Одним із таких підходів є комп'ютерний навчаючий додаток. Проблема передачі інформації, за якої дані будуть передані точно і без змін поставала у всі часи. У наш вік інформаційних технологій є також важливим забезпечити коректне передавання інформації та знизити можливість появи помилок, а також забезпечити їх усунення. Створено спеціальну теорію завадостійкості кодування, що швидко розвивається останнім часом. Існує багато алгоритмів для кодування та декодування інформації, одним із яких є метод гратчастих кодів.

Метою роботи є покращення рівня вивчення методів завадостійкого кодування інформації шляхом запровадження засобів інтерактивного навчання.

Об'єктом дослідження є алгоритми кодування та декодування інформації та реалізація цих алгоритмів. **Предметом дослідження** є технології, які дозволяють реалізувати навчаючий додаток. **Головною задачею** є створення навчаючого додатку для вивчення ґратчастих кодів.

Розробка інтерактивної навчаючої програми алгоритмів завадостійкого кодування

Причиною помилок при передачі повідомлень є завади, що діють в інформаційній системі.

Існують два методи боротьби з завадами:

- кодування з виправленням помилок (корегуючі коди) - приймач виявляє і виправляє помилки;
- кодування з виявленням помилок - приймач розпізнає помилки і, у разі потреби, проводить запит на повторну передачу помилкового блока.

Всі коди, які виявляють і виправляють помилки, можна розділити на ймовірнісні та алгебраїчні. Алгебраїчні коди характеризуються тим, що здатність виявляти і виправляти помилки є властивістю їх алгебраїчної структури [1]. Алгебраїчні завадостійкі коди можна розділити на блокові та деревовидні.

У блокових кодах всі операції кодування і декодування виконуються над блоками фіксованої довжини. В деревовидних кодах обробляється неперервна послідовність символів без розподілу її на блоки.

Лінійні деревовидні коди називають ґратчастими кодами. Вони є найпростішими з точки зору реалізації і тому знайшли найбільш широке застосування. Саме з цієї причини доцільно створювати навчаючу програму, яка буде демонструвати приклади кодування за допомогою даного алгоритму з візуалізацією етапів кодування.

Кодер для ґратчастого коду є пристроєм з пам'яттю, в якій поступають набори з k_0 вхідних символів, а на виході з'являються набори з n_0 вихідних символів. Кожен набір n_0 вихідних символів залежить від поточного вхідного набору і від $K-1$ попередніх вхідних наборів.

Розглянемо приклад кодування за допомогою гратчастих кодів. Завдання: закодувати інформаційну послідовність $k=(1011100\dots)$ з використанням кодера $G=(7,5)$.

Розв'язання. Процес кодування може бути поданий як результат множення многочлена вхідної послідовності на породжувальні многочлени коду. Для даного кодера породжувальні многочлени такі:

$$G^1(x) = 1 \oplus x \oplus x^2$$

$$G^2(x) = 1 \oplus x^2$$

Многочлен вхідної послідовності такий:

$$k(x) = 1 \oplus x^2 \oplus x^3 \oplus x^4$$

Тоді отримаємо:

$$u_1(x) = k(x) \cdot G^1(x) = (1 \oplus x^2 \oplus x^3 \oplus x^4) \cdot (1 \oplus x \oplus x^2) = 1 \oplus x \oplus x^4 \oplus x^6$$

$$u_2(x) = k(x) \cdot G^2(x) = (1 \oplus x^2 \oplus x^3 \oplus x^4) \cdot (1 \oplus x^2) = 1 \oplus x^3 \oplus x^5 \oplus x^6$$

Що відповідає таким послідовностям:

$U_1 =$	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	...
$U_2 =$	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	...
$U =$	11	10	00	01	10	01	11	00	00	00	...

Гратчастий кодер як автомат з кінцевим числом станів може бути описаний діаграмою станів. Внутрішній стан кодера визначають $K-1$ розрядів регістра зсуву, починаючи від входу кодера. Для кодера $G=(7,5)$ з $K=3$ діаграма станів наведена на рисунку 1.

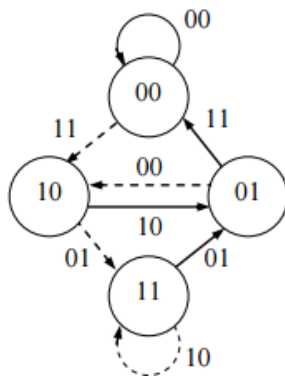


Рисунок 1 – Діаграма стані кодера

Алгоритм Вітербі є типовим алгоритмом декодування з використанням ймовірнісних характеристик прийнятих символів і є алгоритмом максимальної правдоподібності. Використовується при декодуванні ґратчастих кодів [2].

Розглянемо приклад для кодера з породжувальними поліномами $G=(7, 5)$. Нехай передана кодова послідовність $U = (00000\dots)$, а прийнята $r = (10000\dots)$, тобто в першому кадрі кодового слова виникла помилка. Процедуру декодування ілюструє рисунок 2.

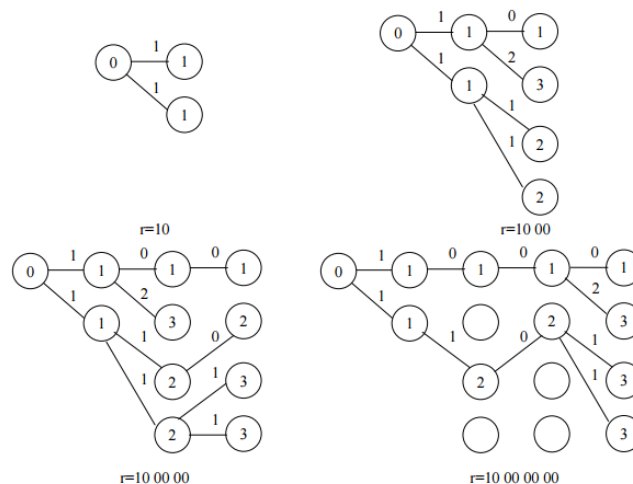


Рисунок 2 – Декодування методом Вітербі прийнятої послідовності

У даний час на ринку програмного забезпечення в Україні спостерігається надлишковість програмних засобів закордонних виробників. Це стосується і програм, що реалізують алгоритми завадостійкого кодування даних. Але всі програмні засоби, що виробляються за кордоном мають ряд недоліків. По-перше, в чистому вигляді алгоритми завадостійкого кодування даних використовуються досить рідко, зазвичай їх вбудовують в інші програмні засоби. По-друге, більшість з цих програм є платними, що є небажаним для додатків, які мають використовуватись у навчальній роботі.

Передбачається, що навчаючий програмний додаток буде створено за допомогою засобів мови програмування C#. На сьогоднішній день існує велика кількість мов програмування. За допомогою них можна вирішувати

найрізноманітніші завдання: створювати web-додатки, додатки для мобільних пристроїв, під керуванням різних операційних систем, прикладні програми.

Навчаючий додаток буде прикладною програмою для комп'ютерів, які працюють під керуванням сімейства ОС Windows.

Мова C# містить потужні засоби для математичних обчислень та має інструменти для візуального подання інформації. Слід зазначити і ряд обмежень C#. Одна область, для якої дана мова не призначена - це критичний за часом або виключно високопродуктивний код [3]. З урахуванням того, що додаток є демонстраційним та навчаючим і призначений для кодування коротких повідомлень, де швидкісні характеристики не є першочерговими, мова програмування C# є найбільш придатною для даної розробки.

Планується, що навчаюча програма містить декілька полів, які відобразатимуть певну інформацію. Спочатку користувач обирає довжину повідомлення. Існує можливість написати власне повідомлення, або згенерувати випадкове. Згодом повідомлення потрібно закодувати. На екрані з'являється попереднє повідомлення у закодованому вигляді. Після цього існує можливість додати «шуми», тобто імітувати появу завад, які змінять повідомлення.

Кінцевою дією є декодування інформації за допомогою алгоритму Вітербі. Після натиснення на відповідну клавішу, відновлюється початкове повідомлення, а також будується діаграма роботи декодера, а саме - гратчаста діаграма декодування. Програма також містить інструкцію користувача для полегшення роботи з нею.

Висновок. Отже, існує пряма необхідність у створенні програмного навчаючого додатку для дослідження алгоритму кодування інформації на основі гратчастих кодів. Робота з даним додатком підвищить наочність процесу кодування та покращить рівень засвоєння навчального матеріалу у цій сфері.

Список використаної літератури

1. Сагалович Ю. Л. Введение в алгебраические коды — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ИППИ РАН, 2014. — 310 с. — ISBN 978-5-901158-24-1
2. Press, WH; Teukolsky, SA; Vetterling, WT; Flannery, BP "Section 16.2. Viterbi Decoding". Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing (3rd ed.). New York: Cambridge University Press, 2007. ISBN 978-0-521-88068-8.
3. Эндрю Троелсен. Язык программирования C# 5.0 и платформа .NET 4.5, 6-е издание = Pro C# 5.0 and the .NET 4.5 Framework, 6th edition. — М.: «Вильямс», 2013. — 1312 с. — ISBN 978-5-8459-1814-7.