

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

КИЛИМОВИЧ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 004.042

**СИСТЕМА МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ДЕКОДУВАННЯ TURBO-
PRODUCT-КОДІВ ДЛЯ СИСТЕМ З ЦІЛОЧИСЛОВИМ
ПРЕДСТАВЛЕННЯМ ОПЕРАЦІЙ**

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія

Автореферат
магістерської роботи
на здобуття кваліфікації магістра з комп'ютерної інженерії

Миколаїв – 2019

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

- Науковий керівник:** канд. техн. наук
Крайник Ярослав Михайлович,
ЧНУ ім. Петра Могили,
Старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії
- Рецензент:** професор, доктор педагогічних наук,
Мещанінов Олександр Павлович,
ЧНУ ім. Петра Могили,
професор кафедри інтелектуальних інформаційних систем
- Консультант:** д-р біол. наук, професор
Томілін Юрій Андрійович,
ЧНУ ім. Петра Могили,
професор кафедри екології Медичного інституту

Захист відбудеться «26» лютого 2019 р. о 10⁰⁰ на засіданні Екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. 2-406

З магістерською роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра Могили за посиланням <http://chmnu.edu.ua>

Автореферат оприлюднений «25» лютого 2019 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Телекомунікаційні системи являють собою комплекс програмного та апаратного обладнання, який з'єднаний один з одним в один ланцюг, що здійснює передачу даних з однієї точки в іншу. Така передача даних можлива завдяки чіткій структуризації телекомунікаційної мереж. Інформаційно-телекомунікаційні системи в даний час отримали широку популярність. Сучасні системи в країнах, що розвиваються стали більш потужними, комутація пакетів даних підвищилася, з'явилися оптичні телекомунікаційні системи і таке інше. Однією з важливих частин кожної системи є системи кодування, де використовуються завадостійкі коди – коди, що коригують помилки.

Завадостійкі коди – перешкодостійкі коди, коди виявлення і виправлення помилки, коди, що дозволяють за наявною в кодової комбінації надмірності виявляти і виправляти певні помилки, поява яких призводить до утворення помилкових або заборонених комбінацій. Застосовуються при передачі і обробці інформації в обчислювальній техніці, телеграфії, телемеханіки і техніці зв'язку, де можливі спотворення сигналу в результаті дії різного роду перешкод. Кодові слова завадостійких кодів містять інформаційні та перевірочні розряди (символи). У процесі кодування при передачі інформації з інформаційних розрядів відповідно до визначених для кожного завадостійкого коду правилами формуються додаткові символи – перевірочні розряди. При декодуванні з прийнятих кодових слів за тими ж правилами знову формують перевірочні розряди і порівнюють їх з прийнятими; якщо вони не збігаються, значить при передачі відбулася помилка. Існують коди, які виявляють факт спотворення повідомлення, і коди, що виправляють помилки, тобто такі, за допомогою яких можна відновити первинну інформацію.

Проблема дослідження параметрів завадостійких кодів є однією з найважливіших для досягнення кращої продуктивності системи. Характеристики різних кодів відрізняються залежно від умов. Навіть незначна оптимізація може бути критичною для реалізації кінцевої системи. Слід також

вказати, що це вимагає багато часу, щоб ретельно перевірити комбінацію параметрів коду, порівнювати різні коди один з одним і вибрати найбільш відповідний код, що відповідає очікуваним властивостям.

Перший етап тестування, як правило, виконується на рівні програмного забезпечення мінімальний час перевірки доказовості концепції. Тестування на апаратному рівні передбачає фактичну реалізацію пристрою, що може бути недостатньою. Однак доступне програмне забезпечення вирішує або забезпечує лише обмежену функціональність без можливості зміни параметрів кодування або вимагає оплати за використання програмного забезпечення. Отже, є відсутність програмного забезпечення, що забезпечує гнучкість у конфігурації коду та декодування алгоритмів.

Алгоритми декодування є наріжним каменем рівня кодування в телекомунікаційних системах, оскільки як пропускна здатність, так і складність безпосередньо пов'язані з ними. Їх реалізація вимагає виконання величезного числа обчислювальних операцій.

Під час тестування завадостійких кодів відбувається обробка величезної кількості даних. Вхідне повідомлення, проміжні результати, результати декодування, виконані обчислення відповідно до алгоритму формують список найбільш важливої інформації, необхідної для дослідження продуктивності декодування. Важливо спостерігати переходи всередині повідомлення і враховувати, як кожна частина алгоритму впливає на процес декодування і чи можна його покращити.

У даній роботі пропонується архітектуру для розробки програмного забезпечення, що допомагає дослідити завадостійкі коди та відповідні методи декодування. Запропонована архітектура програмного забезпечення повинна бути розширюваною з точки зору додавання нових кодів або алгоритмів декодування. Програмне забезпечення призначене для роботи з блоком ЕСС, але може бути покращено шляхом додавання підтримки згорткових кодів.

Оскільки в наш час поширюється попит на телекомунікаційні послуги, актуалізується потреба в стабільній роботі телекомунікаційних мереж та

уникненні спотворення даних при їх отриманні шляхом використання завадостійких кодів з безпосереднім виправленням помилки на стороні отримувача.

Мета: підвищення ефективності процесу дослідження декодування завадостійких кодів за рахунок розробки власного програмного забезпечення, яке дозволить розробнику системи передачі інформації ефективно обрати завадостійкі коди для цільової системи.

Об'єктом дослідження є процес декодування завадостійких кодів.

Предметом дослідження є програмне забезпечення для дослідження декодування Turbo-Product-кодів.

До задач даної роботи відносяться:

- розробка програмних моделей, які будуть представляти програмне забезпечення (ПЗ) для дослідження декодування Turbo-Product-кодів;
- аналіз предметної області;
- розробка алгоритму декодування даних на основі Turbo-Product-кодів;
- побудова теплових карт, які будуть відображати результати декодування.

Апробація результатів магістерської роботи відбулася під час: Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Інтелектуальні інформаційні системи» (19-21 лютого 2019 р., м. Миколаїв), а також подана робота на 15 міжнародну конференцію «Інформаційно-комунікаційні технології у освіті, дослідженнях та промисловому застосуванні» та проходить стадію рецензування.

Публікації. За результатами магістерської роботи опубліковані тези доповідей [1].

Методи дослідження: моделювання роботи систем на базі розроблених математичних моделей та програмного забезпечення, аналіз артефактів програмного забезпечення з подальшою побудовою UML-діаграм для

програмного забезпечення, тестування систем передачі інформації на програмному рівні.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі відбувся аналітичний огляд існуючих систем декодування даних, був розглянутий комунікаційний процес в цілому та можливі канали передачі даних, їх характеристики (рис. 1).



Рисунок 1 – Елементи комунікаційного процесу

Також були розглянуті завадостійкі коди, їх параметри та класифікація. На основі цих даних був обраний метод декодування за допомогою Turbo-Product-кодів. Були сформульовані вимоги та поставлені задачі до системи декодування, а також були обрані інструменти для реалізації.

Другий розділ присвячений розробці моделей систем декодування. Для представлення візуальних моделей були використані діаграми UML. Були побудовані та описані діаграми послідовності, станів, діяльності, класів та розгортання. Також була приведена специфікація класів та описаний кожен вузол системи моделювання роботи декодування Turbo-Product-кодів.

Був проведений аналіз методів візуалізації даних. Оскільки результатом роботи алгоритму є матриця, найзручнішим в даному випадку способом для візуалізації результатів роботи є таблиця, оскільки матриця являє собою двовимірну прямокутну таблицю. Для підсилення і виділення значення в кожній комірці було вирішено використати колір. Це і стало основою для побудови heatmap (рис. 2).

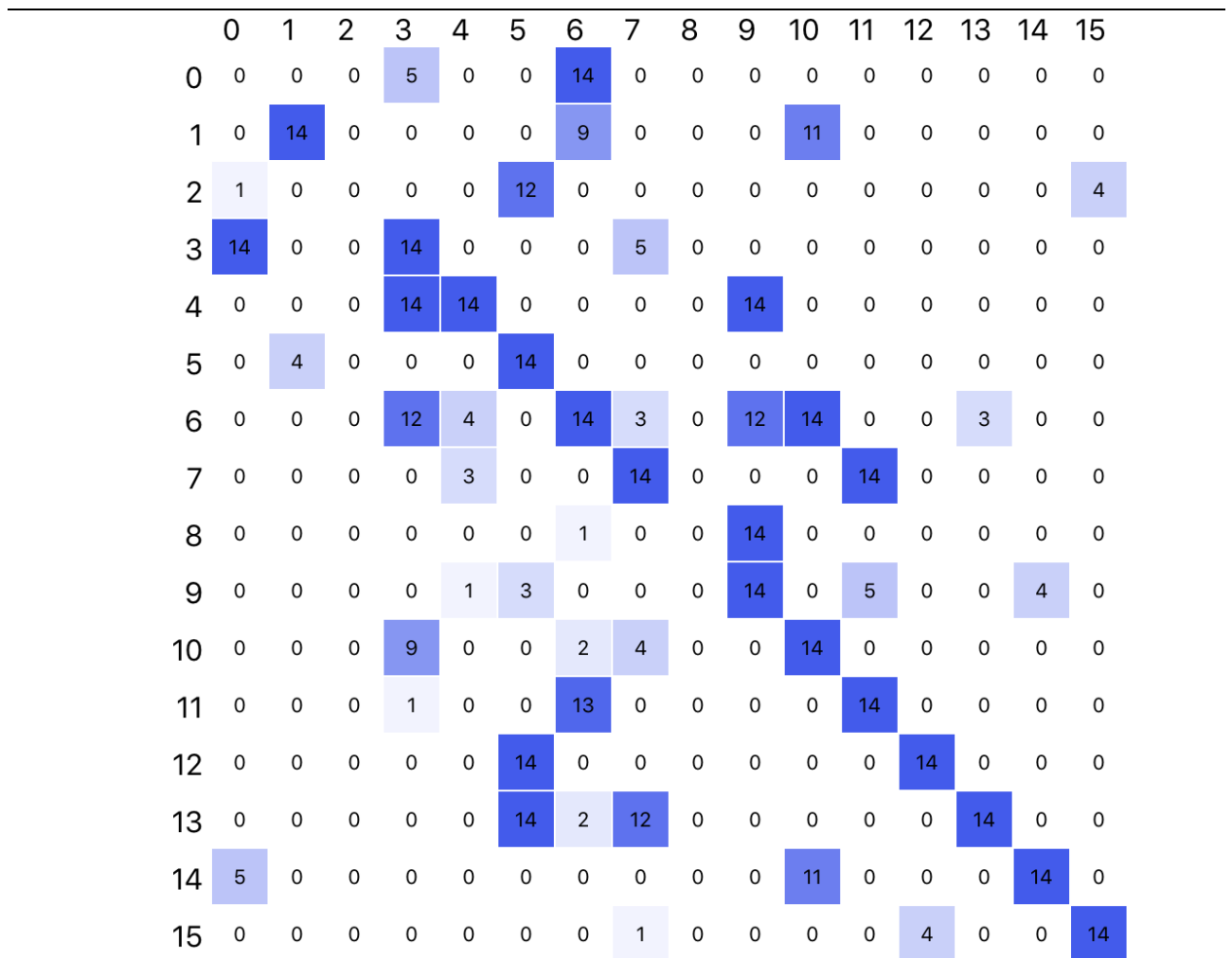


Рисунок 2 – Виведення даних за допомогою heatmap

В третьому розділі було обрано мову програмування, яка задовольняє всі вимоги до системи моделювання роботи декодування Turbo-product кодів систем з цілочисловим представленням операцій. Для розробки було використано мову програмування JavaScript та середовище розробки IntelliJ IDEA. Для створення інтерфейсу користувача була використана бібліотека React.

Була побудована та описана блок-схема роботи алгоритму.

В результаті розробки було сформовано виконавчий файл index.html, який дає змогу користуватись ПЗ. Було проведено тестування роботи програми з різними вхідними даними (рис. 3), після кожної ітерації був побудований heatmap.

1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1
-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1
-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Рисунок 3 – Вхідні та вихідні дані

В результаті тестування були виявлені та виправлені помилки, з чого можна зробити висновок, що реалізований алгоритм є ефективним.

Додатки містять лістинг коду ПЗ системи моделювання роботи декодування Turbo-product кодів систем з цілочисловим представленням операцій та матеріали апробації магістерської роботи.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання даної дипломної роботи була розроблена система моделювання роботи декодування Turbo-Product-кодів для систем з цілочисловим представленням операцій.

В роботі був проведений аналітичний огляд існуючих систем декодування даних, був розглянутий комунікаційний процес в цілому та можливі канали передачі даних, їх характеристики. Також були розглянуті завадостійкі коди, їх параметри та класифікація. На основі цих даних був обраний метод декодування за допомогою Turbo-Product-кодів, сформовні вимоги та поставлені задачі до системи та обрані інструменти для реалізації.

Для реалізації системи було розроблено моделі системи декодування. Для представлення візуальних моделей були використані діаграми UML. Були побудовані та описані такі діаграми: послідовності, станів, діяльності, класів та розгортання. Також була приведена специфікація класів та описаний кожен вузол системи моделювання роботи декодування Turbo-Product-кодів.

Для представлення результатів роботи системи декодування був проведений аналіз методів візуалізації даних. Оскільки результатом роботи алгоритму є матриця, найзручнішим в даному випадку способом для візуалізації результатів роботи є таблиця, оскільки матриця являє собою двовимірну прямокутну таблицю. Для підсилення і виділення значення в кожній комірці було вирішено використати колір. Це і стало основою для побудови heatmap.

В третьому розділі було обрано мову програмування, яка задовольняє всі вимоги до системи моделювання роботи декодування Turbo-product кодів систем з цілочисловим представленням операцій. Для розробки було використано мову програмування JavaScript та середовище розробки IntelliJ IDEA. Для створення інтерфейсу користувача була використана бібліотека React.

Для представлення роботи алгоритму була побудована та описана блок-схема.

В результаті розробки було сформовано виконавчий файл index.html, який

дає змогу користуватись ПЗ. В результаті було проведено функціональне тестування роботи програми з різними вхідними даними, після кожної ітерації був побудований heatmap. При функціональному тестуванні були виявлені та виправлені помилки, з чого можна зробити висновок, що реалізований алгоритм є ефективним.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Килимович О. О. Система моделювання роботи декодування Turbo-Product-кодів для систем з цілочисловим представленням операцій: тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф. / ЧНУ ім. Петра Могили, 19–21 лютого 2019 р. Миколаїв: Вид во ЧНУ ім. Петра Могили, 2019. С. 41-42.