

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА АЕРОКОСМІЧНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

_____ О.М. Тачиніна

«_____» _____ 2021 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

Тема: «Завадостійка система зв'язку для управління космічним роботом.
Реалізація у пакеті JAVA.»

Виконавець: студент групи СУ-401 Миколенко Микола Володимирович

Керівник: професор Гаєв Євген Олександрович

Нормоконтролер: _____ Дивнич Микола Полікарпович

Київ 2021
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О.М. Тачиніна

«_____» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ
на виконання дипломної роботи
Миколенко Микола Володимирович

1. Тема дипломної роботи: «Завадостійка система зв'язку для управління космічним роботом. Реалізація у пакеті JAVA.» затверджена наказом ректора від 12.04.2021р. № 584/ст.
2. Термін виконання роботи: з 17.05.2021 по 15.06.2021.
3. Вихідні дані до роботи:
Використати можливості мови JAVA та комп'ютерного моделювання для продовження розробки “цифрової лабораторії” з теорії інформаційних процесів та кодування.
Кінцева мета – забезпечення надійного дистанційного управління космічним роботом шляхом створення та випробування однієї з технологій «розумного коду», що виправляє помилки, які виникають у кодованих командах під час їх проходження зашумленого шляху.
4. Зміст пояснювальної записки:
Розділ 1: Огляд сучасних засобів управління роботами на великій відстані, застосування теорії інформаційних процесів та кодування.
Розділ 2: Підготовчі розділи теорії інформаційних процесів, Метод «розумного кодування».
Розділ 3: Реалізація методу «розумного кодування» у GUI-програмі.
Розділ 4: Випробування створеної програми, аналіз результатів.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстрованого) матеріалу:

Блок-схеми алгоритмів і програм, таблиці і графіки результатів статистичного випробування алгоритмів.

6. Календарний план-графік

№ пор	Завдання	Термін виконання	Примітка
1	Огляд літературних джерел.	25.03.2021 – 03.04.2021	
2	Розробка РС-програм	15.04.2021	
3	Написання першого та другого розділів диплому.	30.04.2021	
4	Написання третього розділу диплому.	18.05.2021	
5	Аналіз отриманих результатів. Написання четвертого розділу та висновку	29.05.2021	
6	Підготовка презентації і виступу, отримання рецензій.	08.06.2021 – 16.06.2021	

7. Дата видачі завдання: “ _____ ” _____ 2021 р.

Керівник дипломної роботи _____

(підпис керівника)

Є. Гасв

(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис випускника)

М.Миколенко
(П.І.Б.)

Реферат

Пояснювальна записка до дипломної роботи по темі «Завадостійка система зв'язку для управління космічним роботом. Реалізація у пакеті MATLAB.» 00 сторінок, 00 малюнків, 00 таблиць, 00 посилань.

Ключові слова: ДИСТАНЦІЙНЕ УПРАВЛІННЯ РОБОТОМ, ІНФОРМАЦІЙНИЙ ПРОЦЕС, ПОВІДОМЛЕННЯ, КОДУВАННЯ, ПЕРЕДАЧА, ДЕКОДИРУВАННЯ, “РОЗУМНІ КОДИ”, ЦИФРОВА ЛАБОРАТОРІЯ.

Метою дипломної роботи було проектування та програмування коду, здатного самостійно знаходити помилки передачі та виправляти їх, що потрібно для дистанційного управління космічним роботом.

Об'єктом дослідження є інформаційні процеси та теорія кодування.

Предметом дослідження є метод створення і використання “розумного коду”.

Актуальність даної дипломної роботи.

Ця дипломна робота є комплексною, паралельна дипломній роботі дипломника Воронкова Івана. Однак, на відміну від його роботи, моя виконана за допомогою використання пакетів, Java а не MATLAB. Обидві наші роботи продовжують дипломників минулих років Бойко А. і Бабориگی А

По мірі росту виробництва, у будь-якій сфері, розумним рішенням стала часткова або, навіть, повна автоматизація процесів. Тому дуже важливо забезпечити ефективну середу передачі команд та використовуючи метод розумного кодування звести кількість помилок передачі до мінімуму.

Розділ 1 проблематика управління віддаленим роботом

присвячується принципам управління роботами на відстані та застосуванню теорії інформаційних процесів та кодування.

Розділ 2 техніка кодування повідомлень, проблема їх виправлень
інформаційні процеси та метод «Розумного кодування».

Розділ 3 розробка алгоритмів та випробування алгоритмів «Розумного кодування»

описує процес створення та реалізації «Розумного кодування» у пакеті JAVA.

Зміст

Вступ	
Розділ 1 Проблематика управління віддаленим роботом 1.1 Способи управління дистанційним роботом 1.2 Теорія інформації та кодування 1.2.1 Класифікація кодів та їх характеристики 1.3 Ефективність кодування та передачі інформації 1.3.1. Стиснення інформації	
Розділ 2 Техніка кодування повідомлень, проблема їх виправлень 2.11 Інформаційні процеси 2.2 «Розумне кодування» 2.2.1 Коди, що виявляють помилки 2.2.2 Коди, що виправляють помилки	
Розділ 3 Розробка алгоритмів та випробування алгоритмів «Розумного кодування»	
Висновок	
Джерела	

ВСТУП

Що таке робот?

Говорячи простою мовою, робот (від чеськ. *Robota*, підневільну працю) - це кібернетична система, яка може виконувати операції, пов'язані з фізичної та розумової діяльності людини. Робот включає в себе програмовану систему управління, яка контролює механічну конструкцію, а також пов'язує робота з зовнішнім середовищем (обладнанням і користувачем).

Більш точне визначення робота і пов'язаних з ним понять дається в стандартах ДСТУ ISO 8373-2014 «Роботи і робототехнічні пристрої. Терміни та визначення» і у відповідному міжнародному стандарті ISO 8373 діє до: 2012« *Robots and robotic devices - Vocabulary* »:« Робот - приводний механізм, який можна запрограмувати за двома і більше осями, що має деяку ступінь автономності, що рухається всередині своєї робочої середовища і виконує завдання по призначенню », де« автономність - здатність виконувати завдання за призначенням, заснована на поточний стан виробу і особливості зчитування даних без втручання людини ».

Нарешті, в ширшому розумінні сучасний робот - механізм, що виконує запрограмовані дії, який сприймає навколишній світ за допомогою сенсорів (датчиків, мікрофонів, камер), будує моделі поведінки, щоб виконувати певну програму, і здатний впливати на фізичний світ тим або іншим способом.

Як будуть розвиватися роботи

Складно уявити, що тільки не вмітуть роботи в найближчі десятиліття. Уже створені роботизовані м'язи, які в 1000 разів сильніше людських і здатні піднімати вантажі в 50 разів більше власної ваги. Подальший розвиток роботів буде пов'язано з відкриттям нових матеріалів і властивостей, а також досягнень комп'ютерної техніки.

Програмне забезпечення маніпуляторів з часом збільшить можливості техніки і сенсорів. Наприклад, робот-маніпулятор, захоплюючи вантаж, зможе повідомити

оператору точну вагу або розмір, а нові комп'ютерні технології зможуть забезпечити більш складні траєкторії. Буде підвищено ефективність використання нейромереж за рахунок ускладнення їх архітектури і зниження енергоспоживання. Продовжиться масове впровадження хмарних сервісів для машинного навчання, що розширить рухові дії роботів.

1 ПРОБЛЕМАТИКА УПРАВЛІННЯ ВІДДАЛЕНИМ РОБОТОМ

Дистанційні підключення використовуються для обміну інформацією між комп'ютерами. Це можуть бути як файли, так і дані для налаштувань системних параметрів і адміністрування. Досить часто при роботі з такими підключеннями виникають різні помилки.

Передача інформації по каналах зв'язку завжди йде з деякими труднощами, головним чином – це дія завад на сигнали, які несуть інформацію. Тому для усунення помилок, які створюють завади в передаваній інформації, повідомлення кодується, так як кодування являється найефективнішим способом її захисту.

1.1 Способи управління дистанційним роботом

Згідно даної раніше класифікації в роботах застосовуються три способи управління - програмне, адаптивне і інтелектуальне. Практично тільки програмне управління знайшло застосування в чистому вигляді, да і то часто і до нього додають елементи адаптації. В цілому ж усі ці три способи управління застосовуються комплексно. Адаптивне управління зазвичай будується на базі програмного як наступний рівень управління. Інтелектуальне управління у свою чергу реалізується як надбудова над першими двома рівнями. Назви систем управління конкретних роботів зазвичай визначається основним використаним в ній способом управління. По мірі участі людини-оператора в процесі управління розрізняють системи автоматичного автоматизованого і ручного управління. За типом руху виконавських систем існують системи управління безперервні(контурні) дискретні позиційні(кроками "від точки до точки") і дискретні циклові(по упорах, як правило, з одним кроком по кожній координаті). По керованих змінних розрізняють системи управління положенням (позицією)

					НАУ. 21.01.55 000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Миколенко М.В			<i>Заводостійка система зв'язку для управління космічним роботом. Реалізація у пакеті Java</i>	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Гаев Е.А.						
Реценз.								
Н. Контр.		Дивнич М.П.						
Затверд.		Тачиніна О.М.						
						ФАЕТ- 401 гр.		10

швидкістю силою(моментом). Часто ці способи управління застосовують в комбінації або різні способи по різних координатах, або з послідовним переходом від одного до іншого, або, нарешті, у вигляді функціональної залежності керованої змінної від іншої(наприклад, управління по силі, величина якої задається як функція від положення).[1]

Як приклад можна привести безпілотний вертоліт який НАСА запустили на Марс. У понеділок, 19 квітня, 1,8-кілограмовий безпілотний вертоліт Ingenuity піднявся з поверхні Марса на висоту близько трьох метрів, повернувся і завис на 40 секунд. Історичний момент транслювався в прямому ефірі на YouTube. Політ був серйозним технічним викликом через низької або високої температури Марса (вночі температура може опускатися до -90°C) і його розрідженою атмосфери. Це означало, що Ingenuity повинна бути легкою, з лопатями ротора, які були більше і швидше, ніж потрібно було б для зльоту на Землі.

"Шостий політ відбувся 22 травня, - зазначив відомство. Вертольоту була передана команда піднятися на висоту 10 м і переміститися на 150 м в південно-західному напрямку зі швидкістю 4 м / с. Далі він повинен був просунути ще на 15 м на південь, виробляючи при цьому кольорову фотозйомку місцевості, а потім ще на 50 м на північний схід і здійснити посадку ".

"Як показала телеметрія, перший етап - 150 м - пройшов без перешкод. Але потім щось сталося: Ingenuity почав то втрачати, то набирати швидкість і при цьому гойдатися. І так тривало до самого кінця польоту. Перед посадкою, яка завершилася без проблем, бортові датчики показували, що відхилення по крену і тангажу у вертольота склали понад 20 градусів "[2]

Для управління радіочастотою потрібні передавач і приймач з невеликими мікроконтролерами для передачі, прийому та інтерпретації радіочастотних даних. Приймальна коробка містить друковану плату (друковану плату), яка містить приймач і невеликий контролер сервомотора. Для радіозв'язку потрібен передавач, узгоджений / підключений до приймача. Можна використовувати

приймач-передавач, який може надсилати та приймати дані між двома фізично різними середовищами системи зв'язку.

Пульт дистанційного керування не вимагає прямого огляду і може виконуватися на великі відстані. Стандартні високочастотні пристрої можуть передавати дані між пристроями на відстань у кілька кілометрів. У той час як більш професійні високочастотні пристрої можуть забезпечувати роботизований контроль практично на будь-якій відстані.

Багато дизайнерів роботів віддають перевагу виробництву напівавтономних роботів з радіоуправлінням. Це дозволяє роботі бути максимально автономною, щоб забезпечити зворотній зв'язок з користувачем. І це може дати користувачеві певний контроль над деякими його функціями за потреби.

- Перевагою є можливість керувати роботом на великі відстані, яку можна легко встановити. З'єднання всепрямоване, але може не отримувати повний сигнал блокування через стіни або перешкоди.
- Недоліками є дуже низька швидкість передачі даних (лише прості команди). Далі потрібно звернути увагу на частоти. Навіть при передачі на великі відстані існує велика ймовірність передачі втрачених даних

1.2 Теорія інформації та кодування

Щороку надається велика кількість інформації про те, як передавати, обробляти та зберігати для подальшого використання у виробничих, наукових, економічних та інших завданнях.

Без основ теорії інформації та кодування неможливо створити нові системи передачі інформації. Тому розуміння цієї теорії є частиною теоретичної освіти людей, які займаються комп'ютерними системами, автоматизацією та управлінням, комп'ютерною технікою, телекомунікаціями тощо. Для повного розуміння слід визначитися з наступними поняттями:

- Данні – відомості здобуті від навколишнього світу та подані у формалізованому вигляді.
- Дані, що підлягають передачі, називаються повідомленнями.
- Інформація – це використовувані повідомлення, причому такі, які відзначаються новизною і раніше не були відомі одержувачеві.
- Сигнал – матеріальний носій, що відображує повідомлення.
- Кодування – це процес перетворення повідомлення на впорядкований набір символів, елементів, знаків.

Теорія інформації – це розділ кібернетики, в якому за допомогою математичних методів вивчаються способи вимірювання кількості інформації, що міститься в будь-яких повідомленнях, способи кодування для економічного подання повідомлень і надійної передачі їх по каналах зв'язку з завадами.

Курс теорії інформації включає в себе деякі теоретичні напрями, такі як:

- кількісна оцінка інформації,
- кодування,
- зменшення інформації без втрат,

- оцінка ефективності та завадостійкості передачі кодованих повідомлень.

Основною метою теорії інформації є максимальне використання потенціалу каналів зв'язку для однооптичного оптичного кодування джерела повідомлень про його подальше шумостійке кодування. Щоб уникнути теорії випадковості - надайте необхідні протизапальні сплави за необхідності.

Теорія інформації та кодування мають багато спільного із сучасними математичними дисциплінами, оскільки їх дослідження використовують теорію скінченних полів, лінійну алгебру, комбінаторику, теорію матриць, теорію ймовірностей та математичну статистику.

Без подальшого розвитку теорії інформації та кодування та їх впровадження в життя практично неможливо створити складні системи управління супутниками і ракетами Землі, авіацією, системним та мережевим зв'язком та передачею даних.

Інтерес до теорії кодування інформації, а також різні можливості для реалізації її положень зростають із збільшенням потоку обміну інформацією. Тенденцією є наближення до технічних та наукових методів. Ми проводимо великі дослідження щодо розробки нових класів кодів, захисту інформації від зовнішнього втручання у передачу інформації та вдосконалення методів кодування та оформлення. [3]

1.2.1 Класифікація кодів та їх характеристики

При кодуванні кожному повідомленню, перед перетворенням в сигнал, ставиться відповідність зумовлена кодовою комбінацією – набором символів (елементів, знаків) зі скінченної кількості їх, яка називається **алфавітом**

Множина кодових комбінацій, створених за одним правилом кодування, називається **кодом**. Самі коди поділяються на два типи залежно від алфавіту, який використовується

- ❖ **Двійковий** – алфавіт який складається з двох символів(0 та 1);
- ❖ **Недвійковий** – багатопозиційний алфавіт який містить більше двох символів.

Існують дві групи кодів:

- ❖ **Безнадмірні** – (не коректувальні, первинні, прості) група кодів в яких немає змоги виявити та виправити спотворені елементи в своїх комбінаціях;
- ❖ **Надмірні** – (завадостійкі) група кодів які забезпечують можливість виявлення та виправлення елементів кодових комбінацій, створених у наслідок дії завад

Надмірні коди вміщують в себе інформаційні та перевірні елементи. Обидві групи кодів діляться рівномірні та нерівномірні. Відповідно рівномірні групи кодів – це групи кодів зі сталою кількістю розрядів, та нерівномірні – зі змінною кількістю розрядів.

Надмірні коди бувають двох типів:

- ❖ **Неперервні** – (рекурентні)коди в яких процес кодування та декодування має неперервний характер.
- ❖ **Блокові** – коди в яких кожному повідомленню відповідає кодова комбінація(блок) зі скінченної кількості елементів. Кодування та декодування блоків проходить окремо.

Блокові коди в свою чергу поділяються на *подільні* та *неподільні*.

Систематичний ділимий блоковий код - це код, у комбінаціях якого перша пара позицій (бітів) є інформаційними елементами, а решта позицій - керованими елементами.

До несистематичних ділених блокових кодів належать коди, в яких інформаційні елементи не займають перших кількох позицій.

Одним із типів діленого систематичного блокового коду є циклічний код.

Вибір кодів для передачі інформації регулюється вимогами щодо надійності переданої інформації та швидкості передачі, які визначаються такими характеристиками кодів: Кількістю інформаційних елементів

- кількістю перевірних елементів (для коректувальних кодів)
- довжиною (розрядністю) n – кількістю елементів (символів), які входять до складу кодової комбінації
- основою (алфавітом) q
- потужністю N – кількістю дозволених кодових комбінацій, що використовуються для передачі повідомлень;
- повною кількістю кодових комбінацій, тобто кількістю всіх можливих комбінацій, яка дорівнює q^n
- надмірністю $R_{над} = 1 - \frac{\log_q N_{\text{д}}}{\log_q N}$
- відносною швидкістю яка характеризує ступінь використання в надмірному коді інформаційних можливостей його потужності, причому вагою кодової комбінації (для двійкового коду визначається кількістю одиниць у ній);
- мінімальною кодовою відстанню тобто мінімальною відстанню між парами кодових комбінацій
- імовірністю невиявленої помилки, тобто ймовірністю такої події, за якої прийнята кодова комбінація відрізняється від переданої, а властивості коду не дають змоги визначити факт наявності помилки;
- імовірністю виявленої помилки, тобто ймовірністю, за якої прийнята кодова комбінація відрізняється від переданої і завдяки властивостям коду встановлюється факт наявності помилки в кодовій комбінації;
- імовірністю виправленої помилки, тобто ймовірністю такої події, за якої прийнята кодова комбінація відрізняється від переданої і завдяки властивостям коду виправляється помилка в кодовій комбінації;
- кратністю помилки, що визначається кратністю виявлених та виправлених помилок

- ефективністю[4]

1.3 Ефективність кодування та передачі інформації

При розробленні та проектуванні систем обробки та передавання інформації в основному приділяють увагу таким чинникам, як вибір коду для захисту інформації під час передавання по каналах зв'язку, можливість її стиснення для більш швидкої передачі повідомлень, необхідність додаткового захисту інформації яка передається по каналах зв'язку в яких існують завади.

Вірогідність передачі закодованих повідомлень оцінюється тотожністю кодових комбінацій, прийнятими приймальною стороною, та комбінаціями, переданими по каналу зв'язку

В оцінці вірогідності обміну інформацією велику роль грає ймовірність спотворення повідомлення, тобто прийняттям помилкового повідомлення при відомій ймовірності спотворенню елемента повідомлення. Таким чином вірогідність передачі є похідною характеристикою, яка залежить як від типу лінії зв'язку та умов передачі по ньому кодової комбінації, так і від коректувальної здатності коду.

Для двійкових кодів вплив завад на елемент кодової комбінації може спричинити різноманітні наслідки у несиметричних та симетричних каналах. В несиметричних каналах ймовірність під впливом завад спотворення сигналу 0 в 1 та 1 в 0 не будуть однаковими. А в симетричних каналах ймовірність перетворення 1 в 0 та 0 в 1, під впливом завад, однакова.

Самі канали діляться на два типа:

- ❖ Канал з **незалежними помилками** – (канал без пам'яті) це канал, в якому виникнення однієї помилки не залежить від появи іншої;
- ❖ Канал з **пакетним розподілом помилок** – (канал що має пам'ять) це канал в якому існує залежність спотворення наступного елемента, яке передається від спотворення попереднього елемента.[5]

1.3.1.Стиснення інформації

Зазвичай стиснення інформації застосовують для зменшення витрат на її оброблення, прискорення, зберігання, пошук, а також зменшення ємності в пам'яті носія.

Стиснення інформації – це операція в якій визначеному коду, або повідомленню можна створити певний код, або повідомлення меншої довжини.

Способи стиснення інформації можна поділити на два типи:

- ❖ Метод стиснення інформації без потворення – це метод стиснення інформації, який гарантує точний збіг декодованих даних з вихідними.
- ❖ Метод стиснення інформації з втратами – це метод стиснення інформації с завадами, які можуть спотворювати вихідні данні, наприклад не доходження деякої частини даних, після чого повне відновлення даних неможливе.

Також стиснення інформації поділяються за способами за призначенням, характером і ступенем стиснення та ступенем відновлення початкового стану інформації.

За призначенням узагальнено розділяють на дві групи способів стиснення інформації: для передачі даних та їх архівації. Група способів стиснення для передачі даних оперується з незначними інформаційними масивами(до декількох десятків або сотень байтів). Група способів стиснення для архівації даних предназначена для роботи зі значно більшим обсягом інформації(мегабайти).

Стиснення інформації також розділяють за характером стиснення на такі :

- ❖ Лінійний спосіб стиснення інформації - в даному способі стиснення елементів інформаційного масиву виконується в горизонтальному або вертикальному напрямку. Залежно від цього лінійними способами можуть виконуватися повздовжнє та поперечне стиснення інформації.

- ❖ Матричний спосіб стиснення інформації – це спосіб стиснення інформації за якими елементи інформаційного масиву піддаються використанню матричного принципу заміни повторюваних елементів.
- ❖ Комбінований спосіб стиснення інформації – це спосіб стиснення інформації який поєднує одночасне використання для стиснення інформаційного масиву двох чи більше лінійних та матричних способів стиснення інформації
- ❖ Каскадний спосіб стиснення інформації – це спосіб стиснення інформації, за якими спосіб стиснення інформації виконується різними способами.

Також стиснення інформації поділяють за ступенем стиснення інформації:

- ◆ Низькоефективний спосіб стиснення – коефіцієнт стиснення до 1,5;
- ◆ Середньоєфективний спосіб стиснення – коефіцієнт стиснення від 1,51 до 3;
- ◆ Високоєфективний спосіб стиснення – коефіцієнт стиснення більше 3;

Ефективність стиснення як характеристика зменшення обсягу інформації відносно початкового значення визначається ступенем стиснення. Ступінь стиснення приймається як відношення обсягу вихідних даних до об'єму відповідних стиснених даних і вимірюється з часом.

В основу методів стиснення даних без втрат інформації покладено усунення надмірності подання інформації. Економне кодування досягається за рахунок подання малої ймовірності подій більш довгими словами, ніж подій з високою ймовірністю настання. Якщо ймовірність настання події дорівнює P , то, відповідно до теореми Шеннона про кодування джерела інформації, таку подію найкраще кодувати словом завдовжки $\log_2 P$ біт. Методи стиснення даних спираються на цей факт.

Результатом економічного процесу кодування одиниці вихідних даних (символу, слова, рядка, числа тощо) є вирівнювання з так званим кодовим словом.

Кодове слово складається з послідовності цифр, як правило, двійкової. Сукупність усіх кодових слів утворює код. Якщо довжини всіх кодових слів однакові, то використовуваний код має фіксовану (постійну) довжину, інакше - змінну. Якщо вихідні дані можна однозначно отримати за допомогою набору відповідних кодових слів, кодування не призводить до втрати інформації.

Всі методи стиснення поділяються на два класи: методи статистичного кодування та методи стиснення словника. У схемах стиснення часто використовуються допоміжні перетворення, які забезпечують або полегшують кодування економіки.

Методи стиснення також можна розрізнати за швидкістю стиснення\розпакування – низько-, середньо- та високошвидкісні, при яких швидкість стиснення або розпакування змінюється від кількох кілобайт (низько швидкісні), до кількох мегабайт (високошвидкісні).

За ступенем відновлення початкового стану інформації (втрати) методи стиснення поділяються на відсутність відновлення початкового стану інформації, з частковою втратою та без втрати інформації, з повним її відновленням. Що стосується останнього поділу методів стиснення інформації, то перша група містить найбільш примітивні, а друга і третя групи - більш складні та ефективні методи.

Існує два найбільш відомих способів стиснення інформації без відновлення її початкового стану – спосіб стиснення інформації за допомогою поділу кодової комбінації на декілька частин та спосіб стиснення інформації з порозрядним зсувом. Оскільки ці способи не гарантують повного відновлення стисненої інформації з точки зору неоднозначності утвореної при стисненні послідовності символів, ці способи застосовуються дуже рідко.

В той же час способи з частковою втратою інформації мають застосування тільки в одному випадку, коли втрата цієї часткової інформації майже не має

впливу на якість відновлюваної інформації. Тому й поширеного використання набули тільки ті способи стиснення інформації, що гарантують повне відновлення данної інформації[6]

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІКА КОДУВАННЯ ПОВІДОМЛЕНЬ, ПРОБЛЕМА ЇХ ВИПРАВЛЕНЬ

2.3 Інформаційні процеси

Інформаційний процес – це взаємодія між повідомленням, відправником, та одержувачем даної інформації. Іншими словами, інформаційні процеси - це сукупність послідовних оперативних послуг (реєстрація, передача, накопичення, зберігання, виготовлення, видача інформації), дій і зв'язків з обміну інформації, що здійснюються в системі зв'язку.

Існує декілька основних типів інформаційних процесів:

- ❖ **Збір інформації** – це збір відомостей з будь-яких джерел (витяг даних зі сховища / джерела даних, спостереження за подіями і явищами, спілкування, ЗМІ та мас-медіа). Отримання інформації засноване на відображенні різних властивостей процесів, об'єктів і явищ навколишнього середовища. Цей процес виражається в сприйнятті за допомогою органів почуттів. Для поліпшення сприйняття інформації людина придумала різні індивідуальні пристосування і прилади - окуляри, бінокль, мікроскоп, стетоскоп, різні датчики і т. Д.
- ❖ **Зберігання інформації** - Зберігання інформації має велике значення для багаторазового використання інформації і передачі інформації в часі. Для довготривалого зберігання використовуються книги, в даний час - комп'ютерні носії, пристрої зовнішньої пам'яті і ін. Інформація найчастіше зберігається для неодноразової подальшої роботи з нею. В цьому випадку для прискорення пошуку інформація повинна бути якось впорядкована. У бібліотеках - це картотеки, при зберіганні з

					НАУ. 21.01.55 000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Миколенко М.В			<i>Завадостійка система зв'язку для управління космічним роботом. Реалізація у пакеті Java</i>	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Гаев Е.А.						
Реценз.								
Н. Контр.		Дивнич М.П.				ФАЕТ- 401 гр.		
Затверд.		Тачиніна О.М.				22		

використанням комп'ютера - розміщення інформації в певних папках, в більш складних випадках - це бази даних, інформаційно-пошукові системи і т. Д.

- ❖ **Обробка інформації** - Обробка інформації має на увазі перетворення її до виду, відмінного від вихідної форми або змісту інформації. Процес зміни інформації може включати в себе, наприклад, такі дії як чисельні розрахунки, редагування, упорядкування, узагальнення, систематизація та т. Д. Результати обробки інформації в подальшому використовуються в тих або інших цілях, наприклад: отримання нової інформації з уже відомою шляхом логічних міркувань або математичних обчислень (наприклад, рішення геометричній завдання); зміна форми подання інформації без зміни її змісту (наприклад, переклад тексту з однієї мови на іншу); впорядкування (сортування) інформації (наприклад, впорядкування розкладу руху поїздів по часу їх відправлення).
- ❖ **Передача інформації** - Передача інформації необхідна для її поширення. Основними пристроями для швидкої передачі інформації на великі відстані в даний час є телеграф, радіо, телефон, телевізійний передавач, телекомунікаційні мережі на базі обчислювальних систем. Такі засоби зв'язку прийнято називати каналами передачі інформації. Слід зазначити, що в процесі передачі інформації, вона може спотворюватися або втрачатися. Це відбувається в тих випадках, коли інформаційні канали поганої якості або на лінії зв'язку присутні перешкоди. Передача інформації - це завжди двосторонній процес, в якому є джерело і приймач інформації. Джерело передає інформацію, а приймач її отримує.[7]

2.1.1 Техніка кодування зображення

Графічна інформація – це зображення, складене з певної кількості точок (23ік сель23) – це просторова вибірка. Цей піксель можна порівняти із

зображеннями, створеними з мозаїки. На цьому зображенні кожній мозаїці (крапці) присвоюється власний колірний код. Чим більше крапок тим якісніше зображення. Чим менша за розміром крапка, тим більше роздільна здатність, а значить знову – вища якість зображення.

Якість зображення також залежить від кількості кольорів. Чим більше інформації містить кожна крапка про кількість кольорів, тим більша кольорова палітра зображення.

За видом представлення зображення розділяють на векторні і растрові. Растрові зображення – це зображення, які здатні відображати реальні образи без спотворень. Векторні зображення – це зображення в яких застосовуються елементарні графічні об'єкти, що на вимагають значних ресурсів для відображення.

Для кодування зображень використовується загальноприйнята міра зображень – піксель. При використанні деякої системи зображення кольору кожен піксель являє собою запис (структуру), полями якої являються компоненти кольору. Колірна модель — це спосіб подання кодів різних кольорів спектра у вигляді набору числових характеристик певних базових компонентів.

Одною із самих відомих колірних моделей – RGB. Колірна модель RGB є три кольори спектра RED, GREEN, BLUE, вона займає $3 \times 8 = 24$ біта на піксель. Дані зображення кодуються за допомогою двійкового коду. Поєднуючи ці кольори отримують різні відтінки, які під час дискретизації використовуються для створення різних палітр, що наведено в таблиці:[8]

Система кодування RGB

Кольори	R	G	B
Білий	1	1	1
Жовтий	1	1	0
Фіолетовий	1	0	1
Червоний	1	0	0
Блакитний	0	1	1
Зелений	0	1	0
Синій	0	0	1
Чорний	0	0	0

2.2 «Розумне кодування»

Головною задачею теорії інформації та кодування є створення таких кодів, які можуть самостійно знаходити та виправляти помилки, що виникли під час передачі їх в середовищі с завадами. Багато видатних науковців винаходили десятки оригінальних методів та технологій, створивши десятки кодів які протидіють спотворенню їх зовнішніми факторами, такі коди можна назвати «розумними». Для уникнення спотворення повідомлення, було створені коди, які виявляють помилки та коди які виправляють помилки. [9]

2.2.1 Коди, що виявляють помилки

Особливість кодів, які виявляють помилки, полягають в тому, що різниця кодових комбінацій, які входять до складу цих кодів, буде не меншою ніж $d_{min} = 2$.

Ці коди прийнято ділити на дві групи: коди в яких використовуються всі комбінації, але до кожної із них за обумовленим правилом додається певна кількість() перевірних елементів та коди, утворені зменшенням кількості дозволених комбінацій.

Код з перевіркою на парність – найпоширеніший код для виявлення поодиноких помилок і помилок непарної кратності. Код містить (n-1)

інформаційних елементів та один перевірний елемент, належить до систематичних кодів та позначається (n,n-1)-код.

Перевірний елемент коду дорівнює сумі за модулем 2 всіх інформаційних елементів:

$$b = \sum_{i=1}^{n-1} 0a_i$$

він утворюється доповненням комбінації k-елементного первинного коду одним елементом таким чином, щоб кількість одиниць у новому n-розрядному коді була парною

Кодова відстань $d_{min} = 2$.

Код із перевіркою на непарність відрізняється від коду парності тим, що кожна з його комбінацій коду має непарну кількість одиниць, тобто інший елемент управління формується на основі кількості одиниць у первинній комбінації коду: для парної кількості одиниць елемент управління однаковий як одиниця, для непарних - нуль. Спеціальна сторінка перевіряє спеціальні функції для виявлення помилки в комбінації кодів. Цей код є окремим нелінійним кодом довжини n з інформацією n-1 та одним елементом управління і має таке саме виявлення помилок і надмірність, як код контролю парності.

Кореляційний код позначає кожний розряд двійкового початкового коду записується у вигляді двох елементів: 0 – як 01, а 1 – як 10. Для прикладу початкова комбінація двійкового коду 010011 буде дорівнювати 011001011010 кореляційного коду.

Приймальний пристрій в кожному такті, що складається з двох сусідніх елементів кореляційного такту, має зчитати перехід з 0 в 1 та з 1 в 0. У разі прийняття двох одиниць або двох нулів пристрій фіксує наявність помилки.

За допомогою кореляційного коду можна визначити помилки будь якої кратності, однак кореляційний код не здатний виявити двократні помилки. Двократні помилки – це помилки, які під впливом завад змінюються на протилежні за значенням.

Надмірність кореляційного коду визначається за формулою:

$$R_{\text{над}} = 1 - \frac{k}{2k} = \frac{1}{2}$$

Головними перевагами кореляційного коду є відсутність постійної складової в напрузі кодового сигналу при передачі кодової комбінації по каналу зв'язку та можливість самосинхронізації генератора приймача, оскільки прийняття кожного біта супроводжується фронтом сигналу, що приймається в центрі біта.

Код із простим повторенням - (з повторенням без інверсії) - це окремий лінійний код. Код містить інформацію k та тестові елементи $r = k$. У цьому коді тестові елементи r являють собою просте повторення інформаційних елементів k первинної комбінації коду: $b_i = a_i$, де $i = 1 \dots k$. Оскільки код має $d_{\min} = 2$, його можна використовувати для виявлення окремих помилок. Процедура виявлення помилок в отриманій комбінації коду полягає у порівнянні тієї самої інформації та елементів тесту. Їх невідповідність свідчить про наявність помилок у прийнятій комбінації. Код дозволяє виявляти не тільки окремі помилки, але й деякі помилки з більшою кількістю, за винятком так званих "дзеркальних" помилок, коли в інформації та тестових послідовностях є комбінації коду через втручання спотворених елементів що мають однакові цифри.[10]

2.2.2Коди, що виправляють помилки

В кодах які виправляють помилки або як їх ще називають: коректувальні коди мінімальна кодова відстань повинна бути $d_{\min} \geq 3$. Зростання цієї відстані

досягається збільшенням кількості n розрядів коду або зменшенням кількості N_d дозволених кодових комбінацій.

Систематичні, несистематичні блокові коди, а також рекурентні коди здобули найбільшого попиту серед двійкових коректувальних кодів. А код Хеймінга, ланцюговий та ітеративний коди застосовуються для захисту інформації

Недвійкові коди для виправлення помилок поділяють на блокові і неперервні. Так як двійкові блокові коди призначені для виправлення незалежних помилок, то й відповідні q -коди також виправляють помилки аналогічного походження. Слід не забувати про те, що один елемент q -коду несе $\log_2 q$ бітів при $m=1$ та $\log_2 C_q^m$ бітів інформації при $m \geq 2$, залежно від методу побудови конкретного коду.

Знаючи дану особливість ми можемо стверджувати, що за допомогою недвійкового блокового коду можна виправити умовний пакет помилок із $\log_2 q$ чи $\log_2 C_q^m$ бітів інформації, це одна з переваг недвійкових кодів що виправляють помилки.[10]

Код із багатократним повторенням .Даний метод кодування застосовується коли в середовищі передачі багато перешкод. Він знатно підвищує вірогідність успіху передачі, коли немає можливості використати зворотний зв'язку. Використання даного коду дозволяє зберегти колишню швидкість передачі, або зменшити її не суттєво. Таке можливо, тому що при використанні q -коду можна ввести аналог кратного повторення, збільшивши кількість ознак сигналу.[9]

Код із багатократним повторенням вміщає в себе k інформаційних елементів, а кількість перевірних елементів залежить від кількості повторень n_R . Також слід зазначити, що кожний перевірний елемент повинен збігатись с відповідним йому інформаційним. Отже довжина кодової комбінації :

$$n = k + kn_R = k(1 + n_R), \text{ де } r = kn_R;$$

При n_R -кратному потворенні надмірність буде дорівнювати цьому виразу

$$R_{\text{над}} = n_R / (1 + n_R);$$

Алгоритм побудови q-коду з багатократним повторенням має вигляд

$$a_i \leftrightarrow b_j^i; i = \overline{1, k}, j = \overline{1, n_R};$$

Де a_i, b_j^i - множини позицій, призначенні для передачі інформаційного та перевірного елементів кодової комбінації; j – порядковий номер повторення.

Цей код є характерним представником класу низько швидкісних кодів, тому що його швидкість $R = \frac{k}{n} = 1/(n_R + 1)$. [10]

Розділ 3. РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ У ПАКЕТІ JAVA, ЗДАТНИХ ВИПРАВЛЯТИ ПОМИЛКИ

Хотів би зазначити, що всі розроблені мною коди прокоментовані для більш зручного використання програми.

Кодуючий пристрій в даній дипломній роботі я вирішив задати через оператор `switch`, тобто в моєму коді кожній літері англійського алфавіту присвоєний свій двійковий код. Завдяки цьому моя система швидко працює та не потребує великої кількості розрахункової потужності. Також можна помітити, що кодуєчий пристрій одразу включає в себе метод так званого розумного кодування – він потроює повідомлення та відправляє його отримувачеві. Також хочу зазначити, що закодоване повідомлення записується в текстовий документ для подальшої передачі його на декодер. Тобто при введенні певного повідомлення «ABCDE», на декодер автоматично буде відправлено «AAABBBCCCDDEEEE». Оскільки ми не маємо змоги використати систему в космічному просторі для передачі команди нашому космічному роботу, то було створено метод `randomError`, задачею якого є імітувати шуми космічного простору, спотворюючи тим самим наше повідомлення. Тому, потроюючи нашу інформацію, наш декодер отримує масив даних, серед якого він матиме змогу проаналізувати отримані дані на помилки. Під час перевірки він ділить повідомлення на частини по три літери в кожній, та порівнює кожну відповідну позицію, якщо вони рівні, отже спотворення не відбулося. Але, якщо буде виявлено несхожість, код вирахує те значення, яке у всіх трьох

розрядах зустрічається найчастіше та буде вважати саме це значення як

НАУ: 21.01.55 000 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Миколенко М.В			<i>Заводостійка система зв'язку для управління космічним роботом. Реалізація у пакеті Java</i>	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Гаєв Е.А.						
Реценз.								
Н. Контр.		Дивнич М.П.						
Затверд.		Тачиніна О.М.						
						ФАЕТ- 401 гр.		30

істину.

Введення даних

В представленому сегменті коду, представлено введення даних вручну с клавіатури, які будуть передаватися в наступний сегмент

```
NCoder coder = new NCoder();

try {
    //Введення символів для кодування
    Scanner text = new Scanner(System.in);

    System.out.println("Введіть символи");
    String message = text.nextLine();
    char[] symbols = message.toCharArray();

    String[] codeArray = new String[symbols.length
* 3];
    String code = null;
```

Кодування даних

Всі введені дані кодуються в бінарну систему за допомогою даного сегмента кода

```
int i = 0;
for (char symb:symbols) {
    switch (symb) {
        case 'A' -> {
            code = "0000";
        }
        case 'B' -> {
            code = "0001";
        }
        case 'C' -> {
            code = "0010";
        }
    }
}
```

```

case 'D' -> {
    code = "0011";
}
case 'E' -> {
    code = "0100";
}
case 'F' -> {
    code = "0101";
}
case 'G' -> {
    code = "0110";
}
case 'I' -> {
    code = "0111";
}
}

```

Потроєння

Далі уже закодована інформація переходить до так званого «потроєння»

```

code = coder.randomError(code);
String codeOne = coder.randomError(code);
String codeTwo = coder.randomError(code);
codeArray[i] = code;
codeArray[i + 1] = codeOne;
codeArray[i + 2] = codeTwo;
i = i + 3;

```

Цей сегмент можна вважати за початок перетворення звичайного коду в «розумний код»

Перевірка відправленого коду

Звичайна перевірка даних які

```

System.out.println("Передаваємо дані: ");
for (String codik:codeArray) {
    System.out.println(codik);
}

```

Запис даних в текстовий документ

Цей сегмент коду записує уже закодоване, потроєне повідомлення в текстовий документ

```

Writer writer = new BufferedWriter(
    new FileWriter("c:\\Test.txt"));
for (String value : codeArray) {
    writer.write(value + "\n");
    writer.flush();
}
writer.write(".");
writer.close();

```

Генератор похибок

Цей метод був створений для симуляції середовища такого, як космос, щоб створювати завади та спотворювати повідомлення яке передається.

Зараз цей метод змінює один з розрядів повідомлення з вірогідністю 10%, такий високий відсоток спотворення повідомлення зумовлений тим, що це всього лише тестовий варіант. Також цей відсоток коригується в змінній CHANCE.

```

public String randomError (String code ) {
    double CHANCE = 0.1;
    Random random = new Random();
    int randomIndex = random.nextInt(4);
    char[] numbers = code.toCharArray();

    if ( random.nextDouble() < CHANCE){
        char randNumb = numbers[randomIndex];
        if (randNumb == '0') {
            randNumb = '1';
        } else {
            randNumb = '0';
        }
        numbers[randomIndex] = randNumb;
    }
    String errorCode = "";
    for (char number:numbers){
        errorCode = errorCode + number;
    }
    return errorCode;
}

```

Декодер

Цей сегмент коду представляє собою ініціалізацію масива в який буде записано закодоване повідомлення

```
public static void main(String[] args) throws
FileNotFoundException {
    String inputFileName = "Test.txt";
    ArrayList<String> codeList = new ArrayList<String>();
    ArrayList<String> deCodeList = new ArrayList<String>();
```

В цьому сегменті показано як йде розкодування повідомлення уже з масива.

```
System.out.println("Полученные закодированные данные:");
try (BufferedReader reader = new BufferedReader(new
FileReader("c:\\Test.txt"))) {
    String line;
    while ((line = reader.readLine()) != null) {
        codeList.add(line);
        System.out.println(line);
    }
    for (String code : codeList) {
        switch (code) {
            case "0000" -> {
                code = "A" ;
            }
            case "0001" -> {
                code = "B";
            }
        }
    }
}
```

Вивід розкодованого повідомлення

```
System.out.println("Декодированные данные");
System.out.println(deCodeList.toString());
```

Висновок

Завадостійке кодування відіграє важливу роль в сучасних технологіях. Так як подальший розвиток технологій може представляти собою генерацію додаткових завад, створення «розумного коду» є найбільш оптимальним рішенням. Головна здатність даного коду самостійно знаходити та виправляти помилки, що виникли під час передачі їх в середовищі с завадами, його потенціал обмежується тільки нашим рівнем технологій. Зараз його використання стало обов'язковим в більшості робочих сфер. Однією з даних сфер являється авіація.

Джерела інформації:

1. h
<https://www.unn.com.ua/ru/news/1930580-v-nasa-rozpovili-podrobitsi-shostogo-polotu-gelikoptera-ingenuity-na-marsi> – повідомлення про космічну місію НАСА з використанням дистанційного робота на Марсі
2. h
https://msn.khnu.km.ua/pluginfile.php/373547/mod_resource/content/0/%D0%9B%D0%95%D0%9A%D0%A6%D0%86%D0%AF%205.%20%D0%A1%D0%98%D0%A1%D0%A2%D0%95%D0%9C%D0%98%20%D0%A3%D0%9F%D0%A0%D0%90%D0%92%D0%9B%D0%86%D0%9D%D0%9D%D0%AF%20%D0%A0%D0%9E%D0%91%D0%9E%D0%A2%D0%90%D0%9C%D0%98.pdf – системи управління роботами
3. Ж
ураковський Ю.П., Полторак В.П. Теорія інформації та кодування : Підручник.—К :Вища шк., 2001. – 255 с.: іл. ISBN 966-642-031-7; - 19с
4. h
<https://studall.org/all4-69375.html>
5. Ж
ураковський Ю.П., Полторак В.П. Теорія інформації та кодування : Підручник.—К :Вища шк., 2001. – 255 с.: іл. ISBN 966-642-031-7; - 217с
6. Ж
ураковський Ю.П., Полторак В.П. Теорія інформації та кодування : Підручник.—К :Вища шк., 2001. – 255 с.: іл. ISBN 966-642-031-7; - 221с
7. h
https://pidru4niki.com/1444090353908/informatika/ponyattya_informatsiyni_protsesi - поняття інформаційних процесів
8. h
http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/12233/1/13_%D0%93%D0%A0%D0%

90%D0%A4%D0%86%D0%A7%D0%9D%D0%95%20%D0%9A%D0%9E
%D0%94%D0%A3%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%9D%D0%AF%20%
D0%97%D0%9E%D0%91%D0%A0%D0%90%D0%96%D0%95%D0%9D
%D0%AC.pdf - Графічне кодування зображень

9. Г
аєв Є.О. Практикум Основи теорії інформаційних процесів: MATLAB та
Java

10. Ж
ураковський Ю.П., Полторак В.П. Теорія інформації та кодування :
Підручник.—К :Вища шк., 2001. – 255 с.: іл. ISBN 966-642-031-7; - 134с,
139с