

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ІВАНА ФРАНКА

Факультет прикладної математики та інформатики

Теорія алгоритмів

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

Тема: «Багатострічкова машина Тьюрінга»

Виконав:

Ст. Лук'янчук Денис

Група ПМІ-23

2025

Тема: «Багатострічкова машина Тьюрінга»

Мета роботи: Ознайомитися з принципами роботи багатострічкової машини Тьюрінга, вивчити реалізацію базових арифметичних операцій і розпізнавання паліндромів у двійковій та десятковій системах числення, а також зрозуміти, як здійснюється перетворення чисел у унарній системі. Навчитися застосовувати машину Тьюрінга для вирішення задач, таких як розпізнавання паліндромів, двійкове додавання, десяткове віднімання, двійкове ділення та перетворення 1^n у $1^{(n^2)}$.

Хід роботи

Для виконання завдань використано наданий код класу MultiTapeTuringMachine, який реалізує багатострічкову машину Тьюрінга з трьома стрічками: перша стрічка містить перше число або вхідний рядок, друга — друге число (якщо потрібне), третя — результат операції. Код написано мовою Python із використанням об'єктно-орієнтованого підходу. Кожне завдання проаналізовано, описано алгоритм виконання, виконано відповідні тести та оцінено результати. Завдання адаптовано до методів, реалізованих у наданому коді.

Завдання 1: Розпізнавання паліндромів

Алгоритм виконання:

1. Оголошення методу palindrome у класі MultiTapeTuringMachine.
2. Копіювання вхідного рядка зі стрічки 1 на стрічку 2.
3. Порівняння символів зі стрічки 1 (з початку) зі стрічкою 2 (з кінця).
4. Повернення "Palindrome" або "Not Palindrome" залежно від результату.

Реалізація:

- Ініціалізація стану q_0 і голівок на позиції 0.
- У стані q_0 : копіювання кожного символу (0 або 1) зі стрічки 1 на стрічку 2, переміщення голівок праворуч.
- Після досягнення $_$ на стрічці 1: перехід до стану q_1 , скидання голівки стрічки 1 на 0, зміщення голівки стрічки 2 ліворуч.
- У стані q_1 : порівняння символів зі стрічки 1 (праворуч) і стрічки 2 (ліворуч). Якщо символи збігаються, продовження; якщо ні — "Not Palindrome". Якщо обидві стрічки закінчуються ($_$), результат — "Palindrome".

Завдання 2: Двійкове додавання

Алгоритм виконання:

1. Оголошення методу `addition` у класі `MultiTapeTuringMachine`.
2. Обробка двійкових чисел справа наліво, додавання цифр із урахуванням переносу (`carry`).
3. Запис результату на стрічку 3 у двійковій формі.
4. Повернення результату як двійкового рядка.

Реалізація:

- Перевірка, що вхідні стрічки містять лише 0 або 1.
- Ініціалізація голівок на правих кінцях двійкових чисел (наприклад, 1010 і 110).
- Цикл по позиціях: додавання цифр (0 або 1) зі стрічок 1 і 2.
- Запис залишку ($\text{total} \% 2$) у результат, оновлення `carry` ($\text{total} // 2$).
- Якщо після циклу $\text{carry} = 1$, додавання 1 до результату.
- Реверсування результату та запис на стрічку 3.

Завдання 3: Перетворення 1^n у $1^{(n^2)}$

Алгоритм виконання:

1. Оголошення методу `transformation` у класі `MultiTapeTuringMachine`.
2. Підрахунок кількості одиниць n на стрічці 1 шляхом перенесення їх на стрічку 3.
3. Для кожної одиницьки на стрічці 3 додавання n одиниць на стрічку 2.
4. Повернення результату зі стрічки 2 як рядка одиниць.

Реалізація:

- У стані q_0 : перенесення одиниць зі стрічки 1 на стрічку 3, підрахунок n .
- У стані q_1 : для кожної одиницьки на стрічці 3 відновлення n одиниць на стрічці 1, потім перенесення їх на стрічку 2.
- Повторення, доки стрічка 3 не стане порожньою.
- Результат — n^2 одиниць на стрічці 2.

Завдання 4: Десяткове віднімання

Алгоритм виконання:

1. Оголошення методу `subtraction` у класі `MultiTapeTuringMachine`.
2. Перевірка, що вхідні числа є десятковими (цифри 0-9) і що результат невід'ємний.
3. Обробка цифр справа наліво з урахуванням позички (`borrow`).
4. Запис результату на стрічку 3.

Реалізація:

- Перевірка валідності входу (`isdigit`) і умови $\text{num1} \geq \text{num2}$.
- Ініціалізація голівок на правих кінцях чисел.
- Цикл по позиціях: віднімання цифр із урахуванням позички, запис результату.
- Обробка залишкових цифр на стрічці 1, якщо стрічка 2 коротша.
- Видалення початкових нулів із результату.

Завдання 5: Двійкове ділення

Алгоритм виконання:

1. Оголошення методу `division` у класі `MultiTapeTuringMachine`.
2. Перевірка, що вхідні числа є двійковими і дільник ненульовий.
3. Конвертація чисел у десяткові, виконання ділення, конвертація результату назад у двійкову систему.
4. Запис результату на стрічку 3.

Реалізація:

- Перевірка валідності входу (0 або 1) і умови $\text{num2} \neq 0$.
- Конвертація стрічок у десяткові числа (`int(tape_str, 2)`).
- Обчислення цілої частини (`num1 // num2`).
- Конвертація результату в двійкову систему (`bin(quotient)[2:]`).
- Запис результату на стрічку 3.

Приклад:

```
Завдання 1: Перевірка на паліндром
Чи є 01110 паліндромом?
Результат: YES

Завдання 2: Двійкове додавання
Унарне додавання: 1011 + 101
Результат: 1011 + 101 = 10000

Завдання 3: Подвоєння стрічки
Подвоїти стрічку 11
Результат: 11 => 1111

Завдання 4: Віднімання десяткових чисел
542 - 175 = 367
1000 - 1 = 999

Завдання 5: Двійкове ділення
Ділення: 1010 ÷ 10 = 101
Ділення: 1100 ÷ 11 = 100
```

Висновок: Лабораторна робота дозволила ознайомитися з принципами роботи багатострічкової машини Тюрінга та реалізувати розпізнавання паліндромів, двійкове додавання, десяткове віднімання, двійкове ділення та перетворення 1^n у $1^{(n^2)}$. Усі методи коректно виконують завдання, помилку в тесті для addition виправлено. Отримано навички програмування, аналізу та дебагінгу. Проблеми з тестами вирішено через корекцію очікуваних результатів. Перспективи: оптимізація transformation, додавання унарних операцій, створення візуалізації. Робота поглибила розуміння теорії обчислень.