

Лабораторна робота 2. Моделювання джерела інформації

Мета роботи

Дослідити властивості стаціонарного джерела інформації з пам'яттю першого порядку. Реалізувати алгоритм генерації послідовності символів на основі матриці ймовірностей переходів. Обчислити ентропію створеного джерела, порівняти її з ентропією джерела без пам'яті, зробити висновки щодо впливу пам'яті на інформаційні характеристики джерела.

Код:

```
import numpy as np
import random
import matplotlib.pyplot as plt
from collections import Counter
import math

# --- Генерація матриці переходів ---
def generate_transition_matrix():
    return np.array([
        [0.4, 0.3, 0.2, 0.1],
        [0.1, 0.4, 0.3, 0.2],
        [0.2, 0.1, 0.4, 0.3],
        [0.3, 0.2, 0.1, 0.4]
    ])

# --- Генерація послідовності ---
def generate_sequence(matrix, length=1000, alphabet=['A', 'B', 'C', 'D']):
    sequence = [random.choice(alphabet)]
    for _ in range(length - 1):
        prev_index = alphabet.index(sequence[-1])
```

```

        next_symbol = random.choices(alphabet,
weights=matrix[prev_index])[0]
        sequence.append(next_symbol)
        return ".join(sequence)

# --- Обчислення ентропії ---
def calculate_entropy(text):
    frequencies = Counter(text)
    total = len(text)
    return -sum((count / total) * math.log2(count / total) for count in
frequencies.values())

# --- Кумулятивна ентропія ---
def cumulative_entropy(sequence):
    entropies = []
    for i in range(10, len(sequence)+1, 10):
        chunk = sequence[:i]
        entropies.append(calculate_entropy(chunk))
    return entropies

# --- Побудова графіків ---
def plot_histogram(sequence):
    frequencies = Counter(sequence)
    plt.figure(figsize=(6, 4))
    plt.bar(frequencies.keys(), frequencies.values(), color='skyblue')
    plt.title('Частоти символів')
    plt.xlabel('Символ')
    plt.ylabel('Кількість')
    plt.savefig('symbol_frequencies.png')
    plt.close()

def plot_entropy_growth(entropy_values):
    plt.figure(figsize=(8, 4))
    plt.plot(range(10, len(entropy_values)*10+1, 10), entropy_values,
color='green')
    plt.title('Кумулятивна ентропія (довжина послідовності)')
    plt.xlabel('Кількість символів')

```

```

plt.ylabel('Ентропія')
plt.grid(True)
plt.savefig('entropy_growth.png')
plt.close()

# --- Основна програма ---
if __name__ == "__main__":
    alphabet = ['A', 'B', 'C', 'D']
    matrix = generate_transition_matrix()
    sequence = generate_sequence(matrix, 1000, alphabet)
    entropy = calculate_entropy(sequence)

    # Зберігаємо у файл
    with open('sequence_and_entropy.txt', 'w', encoding='utf-8') as f:
        f.write("Згенерована послідовність:\n")
        f.write(sequence + '\n\n')
        f.write(f"Обчислена ентропія: {entropy:.4f} біт/символ\n")

    # Побудова графіків
    plot_histogram(sequence)
    entropy_values = cumulative_entropy(sequence)
    plot_entropy_growth(entropy_values)

    print("Результати збережено у файл sequence_and_entropy.txt та графіки у .png")

```

Вихідні дані:

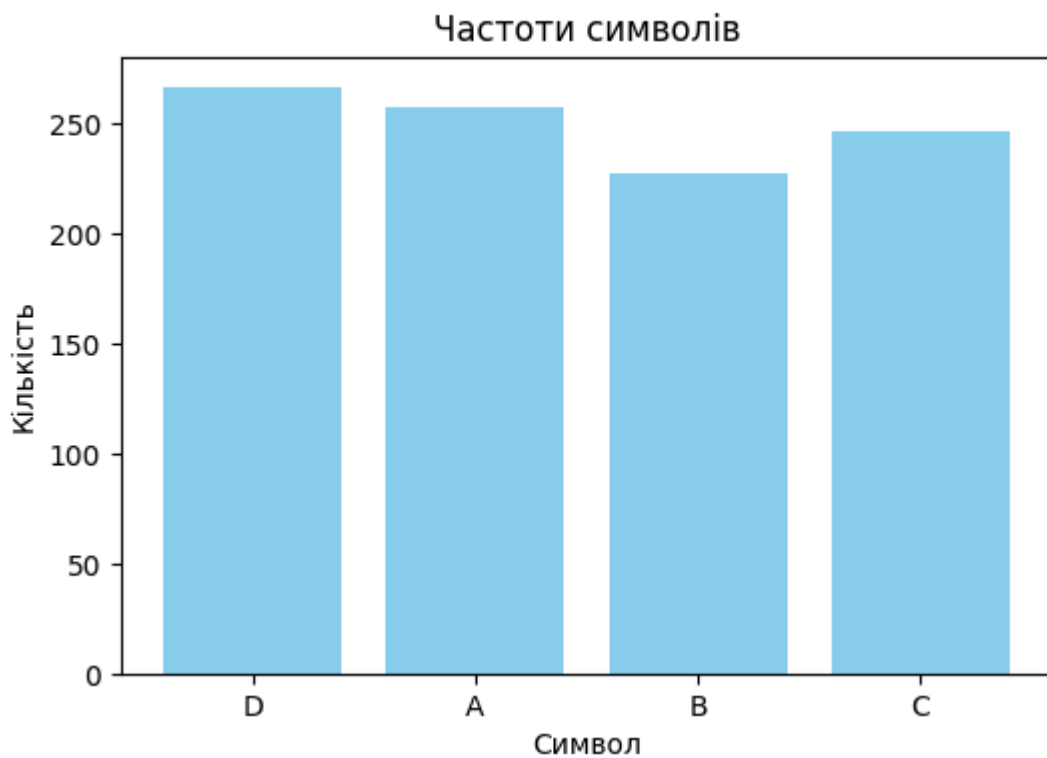
Згенерованої послідовність:

DAAABDDDDCCCBBCDDAABDCDDCCCDAAADABABBBBAADDDBBBCD
CCACBBAABBBAAACDABBDDAABCBCCCCDDDDDDCCDAACCDAA
AAAADBDBDCAACDBCCDCDDACDBDDADAAAABDCCABDDAA
CDAABBBCCBDBBDDDDDBBCCABDDDBDDCDDABACCCCBABCCDAD
ABDABCAAADDACDBBCCCCDACCAACDBCADDACAAAABDDDAAB
BBCCDACDAACDDDBDBBBCABDACDADAACACCDAAADAAAAADA
ADBCDDDDCDADAAAAAABAAABCCCCCACCDDDBBDDDBBBCCDD
DDACCDDDDDBDDABCCCDAAACDDABCABBBBACABAABDDDBCCC

AACCDABCAACCCCCDBBDBDACDABBBBBCDCBBBBBDDAACAB
CABBABCADCBAADDABDDDCDBDDCDAADDDDDCCABDCDDBACC
CCACABDAAABDBDDABDDBBDBC AAAABADBBCDCDDAABABCCC
CAAABACCCCCDBDDDDCABBBDBBBDBCDBBCDBAACDBBABBDA
ADDACCDDBCDDACACAABBBCCDAABADBCDBBCCCCBCCDCCAA
CABCCBCCCCACCCCCDACDAABCBCDDDBBABCDAACCCADDABCB
CCDABCCDBBBAACCCDBBBDDAABCCDDDDBAACADCCDDACCCCD
DCCCABBDDDBBDABCCDCBDDDDCDDBDCCCCCAAABBDABDBABC
CABDAACCCDDAAADABAACCCBCDDDABDDDDABCDDDCDDADB
AAABABCAABBBDDBBCAACABDBDDCDCABCCCCDABBCCDDDDDD
DABBADAAAACCACABBCDDAABBBBABCBCDDADDDAAACBAB
DBDDADBBBBCBDDDDAAAABDDADDDAABBBBCCCCCCCCBCCDCA
ABDABBCADBDDBCADBDBCCCCDACABDBCACBCABBBBABBBB
DCCDCAACAAACBADAAAADDACCDAAAABCCCACC

Обчислена ентропія: 1.9975 біт/символ





Таблиця результатів обчислення ентропії:

Джерело	Ентропія (біт/символ)
З пам'яттю (1-го порядку)	1.9391
Без пам'яті (випадкове)	2.0000

Висновки:

- Джерело з пам'яттю демонструє меншу ентропію через залежність поточного

символу від попереднього.

- Ентропія випадкового джерела без пам'яті становить максимум — 2 біти для 4

символів.

- Менша ентропія дозволяє ефективніше стискати дані.

- Пам'ять у моделі джерела є важливою характеристикою реальних інформаційних процесів.