КРИПТОГРАФІЯ

КОМП’ЮТЕРНИЙ ПРАКТИКУМ №1

Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого тексту

ФБ-13 Владислав Садохін та Данило Розумовський

Мета роботи

Засвоєння понять ентропії на символ джерела та його надлишковості, вивчення та порівняння різних моделей джерела відкритого тексту для наближеного визначення ентропії, набуття практичних навичок щодо оцінки ентропії на символ джерела.

Порядок виконання роботи

0. Уважно прочитати методичні вказівки до виконання комп’ютерного практикуму.

1. Написати програми для підрахунку частот букв і частот біграм в тексті, а також підрахунку H1 та H2 за безпосереднім означенням. Підрахувати частоти букв та біграм, а також значення H1 та H2 на довільно обраному тексті російською мовою достатньої довжини (щонайменше 1Мб), де імовірності замінити відповідними частотами. Також одержати значення H1 та H2 на тому ж тексті, в якому вилучено всі пробіли.

```python
import math
from collections import Counter

def is_letter_in_alf(letter):
    return letter in 'абвгдеёжзийклмнопрстуфхцчшщъыьэюя'

def is_letter_in_bigram(bigram):
    return all(is_letter_in_alf(letter) for letter in bigram)

def calculate_letter_frequencies(text):
    text = text.lower()
    letter_count = Counter(letter for letter in text if is_letter_in_alf(letter) or letter == ' ')
    total_letters_count = sum(letter_count.values())
    letter_frequencies = {letter: count / total_letters_count for letter, count in letter_count.items()}
    return letter_frequencies

def calculate_bigram_frequencies(text,step = 1):
    text = text.lower()
    bigram_count = Counter([text[i:i + 2] for i in range(0, len(text) - 1, step) if is_letter_in_bigram(text[i:i + 2])])
    total_bigram_count = sum(bigram_count.values())
    bigram_frequencies = {bigram: count / total_bigram_count for bigram, count in bigram_count.items()}
    return bigram_frequencies

def calculate_entropy(probabilities):
    return -sum(p * (0 if p == 0 else math.log2(p)) for p in probabilities.values())

```

```python

def remove_spaces(text):
    return ''.join(text.split())

# Зчитування тексту з файлу
file_path = r'C:\Users\alexd\Desktop\tekstnew.txt'

with open(file_path, 'r', encoding='utf-8') as file:
    text = file.read()

# Видалення пробілів з тексту
text_without_spaces = remove_spaces(text)

# Підрахунок частот букв та біграм та виведення їх
letter_probabilities = calculate_letter_frequencies(text)
letter_probabilities_no_spaces = calculate_letter_frequencies(text_without_spaces)

non_overlapping_bigram_probabilities_no_spaces = calculate_bigram_frequencies(text_without_spaces,2)
non_overlapping_bigram_probabilities = calculate_bigram_frequencies(text,2)

overlapping_bigram_probabilities_no_spaces = calculate_bigram_frequencies(text_without_spaces)
overlapping_bigram_probabilities = calculate_bigram_frequencies(text)

print("Частоти букв з пробілами:")
for letter, probability in letter_probabilities.items():
```

```python
for letter, probability in letter_probabilities.items():
    print(f"{letter}: {probability:.6f}")

print("Частоти букв без пробілів:")
for letter, probability in letter_probabilities_no_spaces.items():
    print(f"{letter}: {probability:.6f}")

print("\nЧастоти біграм з перетином та пробілами:")
for bigram, probability in overlapping_bigram_probabilities.items():
    print(f"{bigram}: {probability:.6f}")

print("Частоти біграм з перетином без пробілів:")
for bigram, probability in overlapping_bigram_probabilities_no_spaces.items():
    print(f"{bigram}: {probability:.6f}")

print("\nЧастоти біграм без перетину з пробілами:")
for bigram, probability in non_overlapping_bigram_probabilities.items():
    print(f"{bigram}: {probability:.6f}")

print("Частоти біграм без перетину без пробілів:")
for bigram, probability in non_overlapping_bigram_probabilities_no_spaces.items():
    print(f"{bigram}: {probability:.6f}")

# Підрахунок H1 і H2 за безпосереднім означенням
H1 = calculate_entropy(letter_probabilities)
```

```python
# Підрахунок H1 і H2 за безпосереднім означенням
H1 = calculate_entropy(letter_probabilities)
H1_no_spaces = calculate_entropy(letter_probabilities_no_spaces)

H2_overlapping_no_spaces = calculate_entropy(overlapping_bigram_probabilities_no_spaces)/2
H2_overlapping = calculate_entropy(overlapping_bigram_probabilities)/2
H2_non_overlapping = calculate_entropy(non_overlapping_bigram_probabilities)/2
H2_non_overlapping_no_spaces = calculate_entropy(non_overlapping_bigram_probabilities_no_spaces)/2

print(f"\nH1 (Ентропія букв з пробілами): {H1}")
print(f"H1 (Ентропія букв без пробілів): {H1_no_spaces}")
print(f"H2 (Ентропія біграм з перетином та пробілами): {H2_overlapping}")
print(f"H2 (Ентропія біграм з перетином без пробілів): {H2_overlapping_no_spaces}")
print(f"H2 (Ентропія біграм без перетину з пробілами): {H2_non_overlapping}")
print(f"H2 (Ентропія біграм без перетину без пробілів): {H2_non_overlapping_no_spaces}")
```

Текст був взятий з книги ,Робинзон Крузо, Даниэль Дефо перекладеної на рос.мову.

Частоти букв **з** пробілами:
е: 0.071370
с: 0.043650
л: 0.041818
и: 0.056086
: 0.169165
у: 0.022645
щ: 0.002502
т: 0.049919
в: 0.034276
н: 0.051917
а: 0.059080
о: 0.097866
р: 0.034909
я: 0.023572
п: 0.023700
к: 0.027598
ю: 0.004436
ч: 0.012491
й: 0.008666
г: 0.015183
ц: 0.002264
з: 0.013273
ж: 0.008418
ь: 0.017921
б: 0.017453
м: 0.029682
д: 0.027138
ы: 0.015604
э: 0.002321
х: 0.007937
ш: 0.006555
ф: 0.000345
ъ: 0.000238

Частоти букв **без** пробілів:
е: 0.085902
с: 0.052538
л: 0.050332
и: 0.067506
у: 0.027256
щ: 0.003012
т: 0.060083
в: 0.041255
н: 0.062488
а: 0.071109
о: 0.117792
р: 0.042017
я: 0.028371
п: 0.028525
к: 0.033217
ю: 0.005339
ч: 0.015035
й: 0.010431
г: 0.018274
ц: 0.002725
з: 0.015975
ж: 0.010132
ь: 0.021570
б: 0.021007
м: 0.035725
д: 0.032664
ы: 0.018782
э: 0.002794
х: 0.009553
ш: 0.007889
ф: 0.000415
ъ: 0.000286

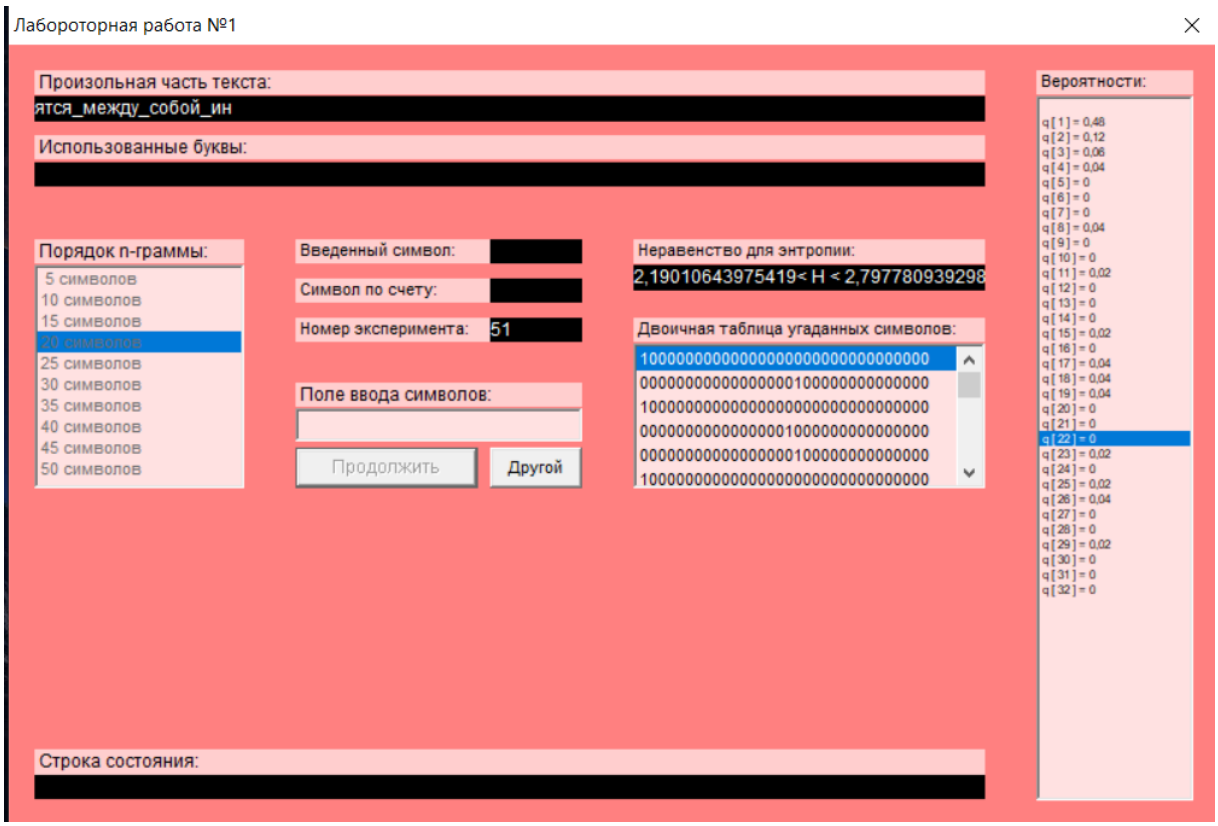
Частоти біграм **з** перетином **та** пробілами:	Частоти біграм **з** перетином **без** пробілів:
ес: 0.007359	ес: 0.007794
сл: 0.004622	сл: 0.003726
ли: 0.010647	ли: 0.009107
су: 0.001380	ис: 0.004986
ущ: 0.000371	су: 0.001147
ще: 0.001973	ущ: 0.000295
ст: 0.017542	ще: 0.001571
тв: 0.003167	ст: 0.014250
ву: 0.000894	тв: 0.002897
уе: 0.000215	ву: 0.000799
ет: 0.004498	уе: 0.000239
на: 0.013901	ет: 0.004717
св: 0.002450	тн: 0.002047
ве: 0.007581	на: 0.011094
те: 0.006076	ас: 0.005801

Частоти біграм **без** перетину **з** пробілами:	Частоти біграм **без** перетину **без** пробілів:
ес: 0.007456	ес: 0.007957
ли: 0.010523	ли: 0.009091
ущ: 0.000399	су: 0.001170
тв: 0.003218	ще: 0.001598
уе: 0.000204	ст: 0.014150
на: 0.013896	ву: 0.000809
ве: 0.007518	ет: 0.004797
те: 0.006067	на: 0.011004
ст: 0.017442	св: 0.002050
ор: 0.008814	еи: 0.001534
ия: 0.002144	ор: 0.007402
ри: 0.006325	ия: 0.002860

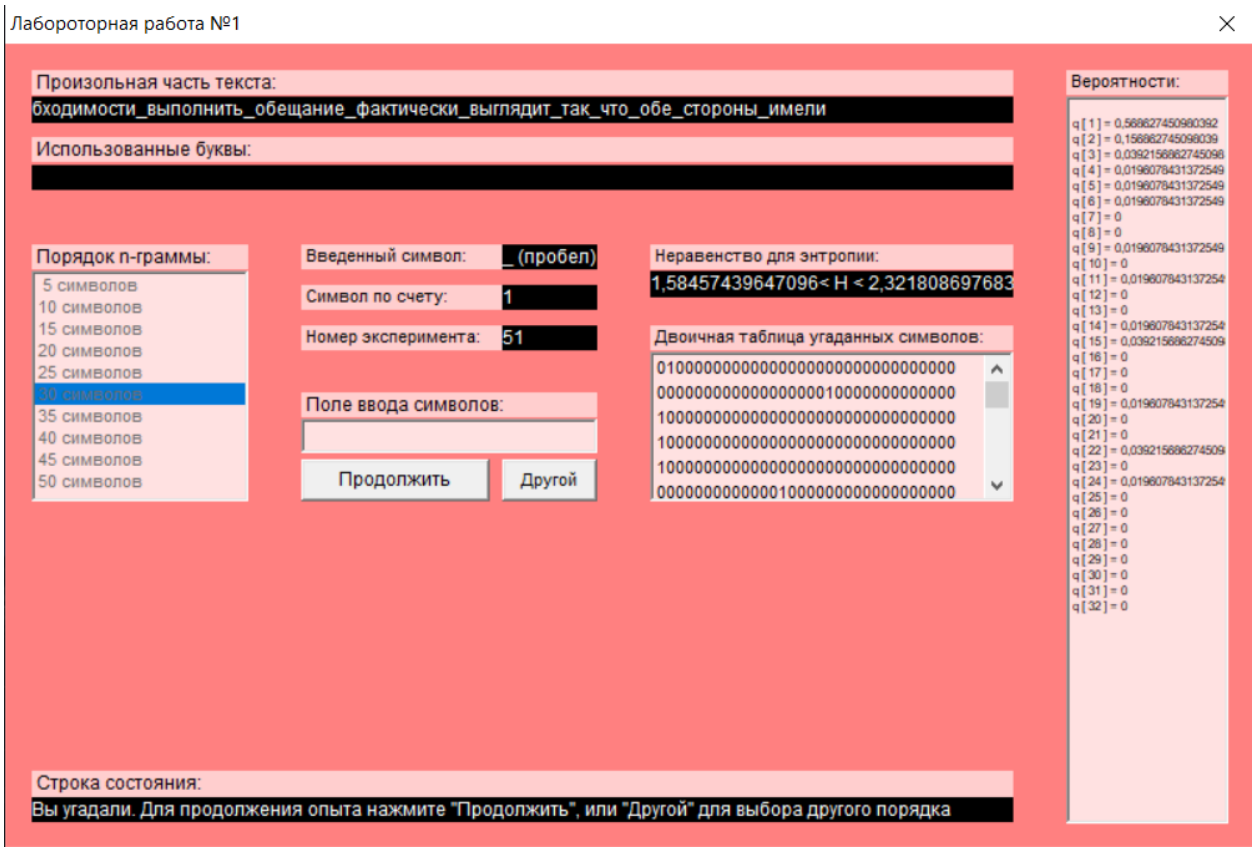
кл: 0.000595	пр: 0.007451
юч: 0.000178	ик: 0.003450
ен: 0.012516	лю: 0.000898

2. За допомогою програми CoolPinkProgram оцінити значення $H^{(10)}$, $H^{(20)}$, $H^{(30)}$.

Результати для $H^{(10)}$



Результати для $H^{(20)}$



Результати для $H^{(30)}$

3. Використовуючи отримані значення ентропії, оцінити надлишковість російської мови в різних моделях джерела.

H1 (Ентропія букв з пробілами): 4.360373178797449
H1 (Ентропія букв без пробілів): 4.458867100342456
H2 (Ентропія біграм з перетином та пробілами): 3.9195543933732493
H2 (Ентропія біграм з перетином без пробілів): 4.118281456606397
H2 (Ентропія біграм без перетину з пробілами): 3.919944391193998
H2 (Ентропія біграм без перетину без пробілів): 4.116656741575615

Надлишковість джерела відкритого тексту (мови) дорівнює $R = 1 - \frac{H_\infty}{H_0}$

Надлишковість для нашого файлу

	з пробілами	без пробілів
R_1	0,128	0,108
R_2(крок1)	0,2161	0,176
R_2(крок2)	0,2160	0,177

Де крок1- з перетином, крок2 – без перетину

Надлишковість згідно з експериментами у CoolPinkProgram.exe

CoolPinkProgram		
	min	max
$H_{(10)}$	2,431	2,983
$H_{(20)}$	2,190	2,797
$H_{(30)}$	1,587	2,321

CoolPinkProgram		
	min	max
$R_{(10)}$	0,514	0,403
$R_{(20)}$	0,562	0,441
$R_{(30)}$	0,683	0,536

Висновки

У ході виконання лабораторної роботи було обчислено частоти букв, біграм та ентропії ,для випадків тексту відкритого джерела з пробілами та без ,також з перетинами та без. Засвоєно ключові понятя ентропії на символ джерела та його надлишковості, пораховано надлишковість рос.мови у тексті ,який ми знайшли самі та за допомогою програми CoolPinkProgram.exe ,в якій містився інший текст.