Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України «КПІ»
імені Ігоря Сікорського

ЗВІТ

з лабораторної роботи №4

з дисципліни «Мультипарадигменне програмування»

Виконав:
Студент 3 курсу кафедри ОТ ФІОТ,
Навчальної групи ІО-23
Прохоренко Артем

Київ 2025

Завдання: за допомогою логічного програмування реалізувати перетворення чисельного ряду до лінгвістичного ланцюжка за певним розподілом ймовірностей потрапляння значень до інтервалів.

Вхідні данні: чисельний ряд, вид розподілу ймовірностей, потужність алфавіту.

Вихідні дані: лінгвістичний ряд та матриця передування.

Мова програмування: Prolog.

Варіант: 20

Розподіл ймовірностей: Розбиття на рівні інтервали

Хід розв'язання задачі:

Факти

- Числовий ряд
- Алфавіт

Правила

1. Визначення діапазону значень

Правила встановлюють мінімальне та максимальне значення в числовому ряді. Це дозволяє визначити границі для подальшого розбиття діапазону.

2. Побудова рівномірних інтервалів

Використовуючи знайдені границі та потужність алфавіту, визначаються рівномірні інтервали, кожен з яких асоціюється з окремим символом.

3. Визначення відповідності числа інтервалу

Для кожного елемента числового ряду визначається, в який саме інтервал він потрапляє. Ця інформація використовується для того, щоб зіставити числу відповідний символ алфавіту.

4. Побудова лінгвістичного ряду

На основі попереднього правила кожне число замінюється на відповідну літеру, утворюючи послідовність символів — лінгвістичний ряд.

5. Побудова переходів

Формується список усіх **сусідніх пар** символів у лінгвістичному ряді, що описують переходи одного символу в інший.

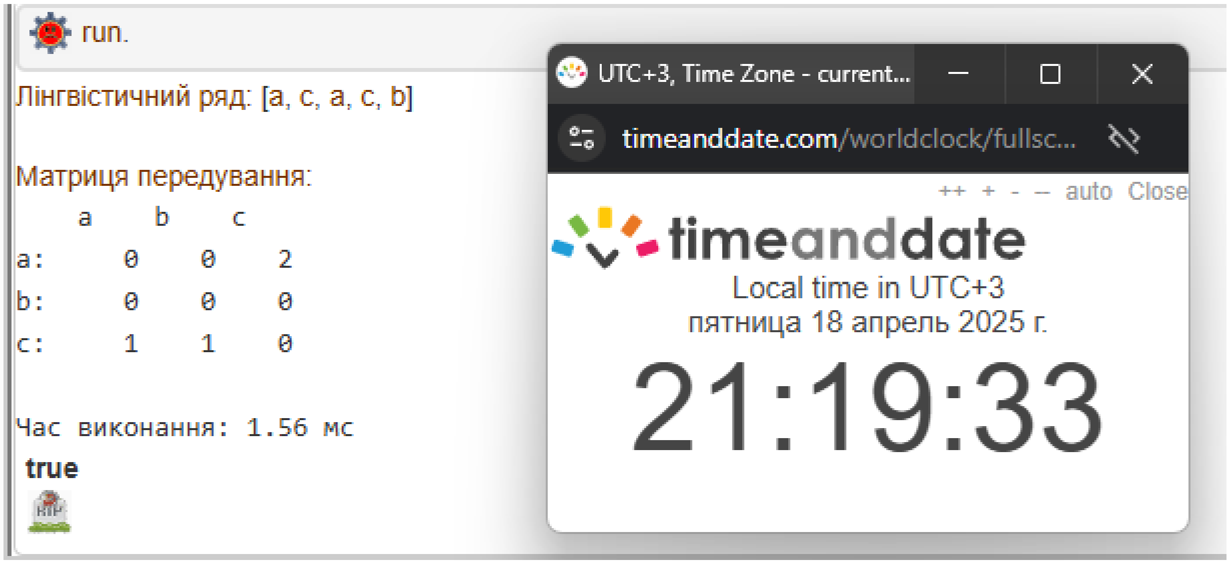
6. Побудова матриці передування

Кожна можлива пара символів розглядається як потенційний перехід. Підраховується, скільки разів кожен перехід зустрічається у списку переходів. Отримані частоти заносяться у таблицю — **матрицю передування**, яка є основним результатом аналізу.

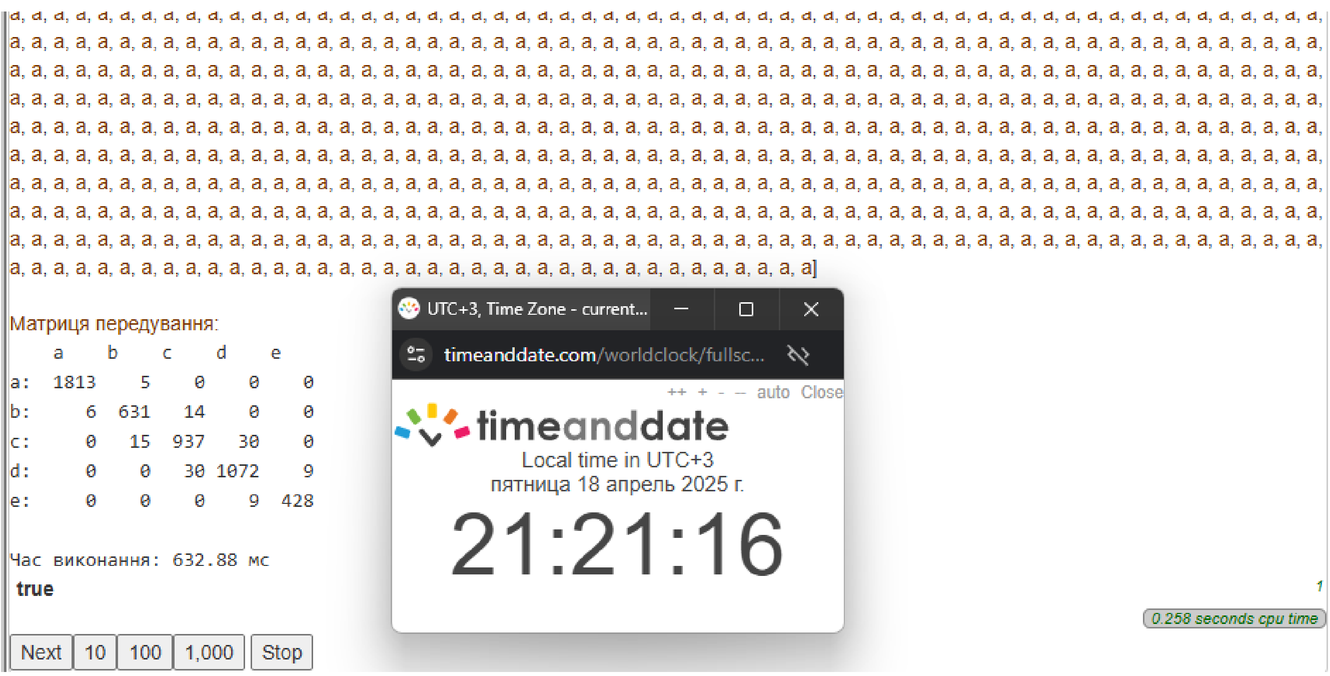
Деякі службові предикати, як-от для форматованого виводу (print_counts/1, print_matrix_row/1) та рекурсивна допоміжна побудова (build_intervals_helper/4), не мають окремого логічного сенсу й не описуються як правила задачі, але є частиною реалізації.

Результати виконання

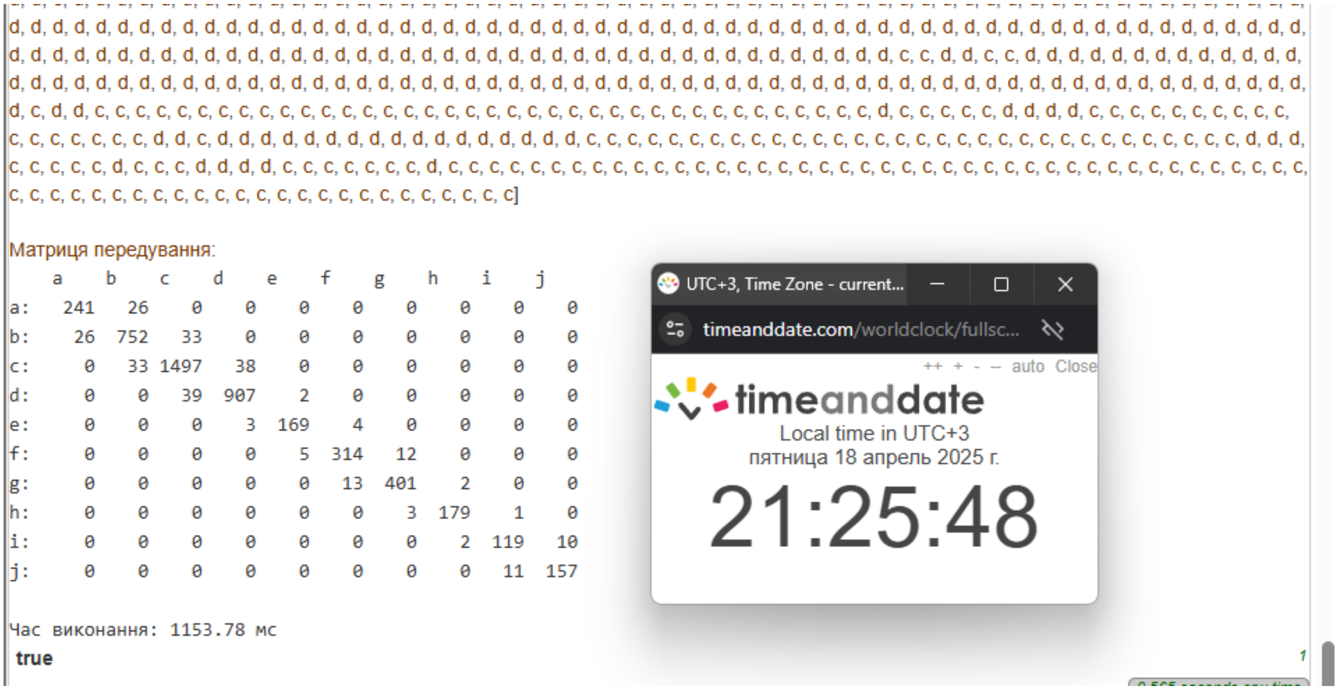
Перший числовий ряд (5 значень – 3 символи): 3.2, 7.8, 1.5, 9.0, 4.6



Другий числовий ряд (5000 значень - 5 символів): B-C-D-E-Gold Futures Historical Data (Price)



Третій числовий ряд (5000 значень - 10 символів): B-C-D-E-S&P 500 Historical Data (Price)



```
d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d,
d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, c, c, d, d, c, c, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d,
d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d,
d, c, d, d, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, d, c, c, c, c, c, d, d, d, d, c, c, c, c, c, c, c, c, c,
c, c, c, c, c, c, c, d, d, c, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, d, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, d, d, d,
c, c, c, c, c, d, c, c, c, d, d, d, d, c, c, c, c, c, c, c, d, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c,
c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c, c]

Матриця передування:
     a    b    c    d    e    f    g    h    i    j
a:  241   26    0    0    0    0    0    0    0    0
b:   26  752   33    0    0    0    0    0    0    0
c:    0   33 1497   38    0    0    0    0    0    0
d:    0    0   39  907    2    0    0    0    0    0
e:    0    0    0    3  169    4    0    0    0    0
f:    0    0    0    0    5  314   12    0    0    0
g:    0    0    0    0    0   13  401    2    0    0
h:    0    0    0    0    0    0    3  179    1    0
i:    0    0    0    0    0    0    0    2  119   10
j:    0    0    0    0    0    0    0    0   11  157

Час виконання: 1153.78 мс
true
```

Лістінг програмного тексту

```
% === Факти ===

% Вхідний числовий ряд (можна змінювати)
series([3.2, 7.8, 1.5, 9.0, 4.6]).
% Заданий алфавіт (можна змінювати за змістом і кількістю)
alphabet([a, b, c]).

% === Правила ===

% Знаходження мінімального елемента списку
my_min([X], X).
my_min([H|T], Min) :- my_min(T, Temp), Min is min(H, Temp).

% Знаходження максимального елемента списку
my_max([X], X).
my_max([H|T], Max) :- my_max(T, Temp), Max is max(H, Temp).

% Побудова рівномірних інтервалів [A, B)
build_intervals(Min, Max, N, Intervals) :-
    Step is (Max - Min) / N,
    build_intervals_helper(Min, Step, N, Intervals).

build_intervals_helper(_, _, 0, []) :- !.
build_intervals_helper(Min, Step, N, [[Min, Max1]|Rest]) :-
    Max1 is Min + Step,
    N1 is N - 1,
    build_intervals_helper(Max1, Step, N1, Rest).

% Пошук інтервалу, до якого належить значення
value_interval(Value, [[A,B]|_], 0) :-
    Value >= A, Value < B, !.
value_interval(Value, [_|T], Index) :-
    value_interval(Value, T, Temp),
    Index is Temp + 1.
value_interval(_, [], 0) :- !.  % fallback на праву межу

% Відображення значення у символ алфавіту
value_to_symbol(Value, Intervals, Alphabet, Symbol) :-
    value_interval(Value, Intervals, Index),
    length(Alphabet, L),
    (Index >= L -> LastIndex is L - 1 ; LastIndex is Index),
    nth0(LastIndex, Alphabet, Symbol).
```

```
% Перетворення всього числового ряду в лінгвістичний
map_series([], _, _, []).
map_series([H|T], Intervals, Alphabet, [S|Rest]) :-
    value_to_symbol(H, Intervals, Alphabet, S),
    map_series(T, Intervals, Alphabet, Rest).

% === Побудова матриці передування ===

% Формує список переходів (a->b, b->c, ...)
transitions([], []).
transitions([_], []).
transitions([A,B|T], [(A,B)|Rest]) :-
    transitions([B|T], Rest).

% Підрахунок кількості конкретного переходу в списку
count_transitions([], _, 0).
count_transitions([(A,B)|T], (A,B), N) :-
    count_transitions(T, (A,B), N1),
    N is N1 + 1.
count_transitions([(X,Y)|T], (A,B), N) :-
    (X \= A ; Y \= B),
    count_transitions(T, (A,B), N).

% Побудова одного рядка матриці передування
build_matrix_row(_, [], _, []).
build_matrix_row(From, [To|T], Transitions, [Count|Rest]) :-
    count_transitions(Transitions, (From, To), Count),
    build_matrix_row(From, T, Transitions, Rest).

% Побудова повної матриці передування
build_transition_matrix(_, [], _, []).
build_transition_matrix(Alphabet, [From|RestFrom], Transitions,
[[From|Row]|MatrixRest]) :-
    build_matrix_row(From, Alphabet, Transitions, Row),
    build_transition_matrix(Alphabet, RestFrom, Transitions,
MatrixRest).

% === Форматований вивід матриці ===

% Заголовки алфавіту з вирівнюванням
print_alphabet_header([]) :- nl.
print_alphabet_header([X|T]) :-
    format('~t~a~5|', [X]),
    print_alphabet_header(T).
```

```
% Вивід одного рядка матриці
print_matrix(_, []).
print_matrix(Alphabet, [[From|Row]|Rest]) :-
    format('~a: ', [From]),
    print_matrix_row(Row),
    nl,
    print_matrix(Alphabet, Rest).

% Вивід рядка з числами
print_matrix_row([]).
print_matrix_row([N|Rest]) :-
    format('~t~d~5|', [N]),
    print_matrix_row(Rest).

% === Головна функція запуску ===
run :-
    get_time(Start),
    series(Series),
    alphabet(Alphabet),
    my_min(Series, Min),
    my_max(Series, Max),
    length(Alphabet, N),
    build_intervals(Min, Max, N, Intervals),
    map_series(Series, Intervals, Alphabet, Linguistic),
    write('Лінгвістичний ряд: '), write(Linguistic), nl,
    transitions(Linguistic, Transitions),
    build_transition_matrix(Alphabet, Alphabet, Transitions, Matrix),
    nl, write('Матриця передування:'), nl,
    write('     '), print_alphabet_header(Alphabet),
    print_matrix(Alphabet, Matrix),
    get_time(End),
    Duration is (End - Start) * 1000,
    format('\nЧас виконання: ~2f мс\n', [Duration]).
```