МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

Факультет прикладної математики та інформатики

Кафедра дискретного аналізу

**Нечітка логіка**

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2**

Виконав:

Студент групи ПМі-43

Тимчишин Ярема

Викладач:

ас. Прядко О.

2025

**Варіант 21**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0.8 | 0.2 | 0.5 | 0 |
| 0.8 | 1 | 0 | 0.3 | 0.5 |
| 0.2 | 0 | 1 | 0.1 | 0.1 |
| 0.5 | 0.3 | 0.1 | 1 | 0 |
| 0 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 1 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0.5 | 0 | 0.2 | 1 | 0 |
| 0 | 0.4 | 0.1 | 0.4 | 1 |

**Хід роботи**

Для виконання даної лабораторної роботи використав мову програмування Python та середовище PyCharm, де реалізував програму.

1. **Представлення вхідних даних.**

**A black background with white text

AI-generated content may be incorrect.**

1. **Об’єднання (max).**

Об'єднання двох відношень R1 і R2 здійснюється за правилом максимуму:

(R1 ∪ R2)[i, j] = max(R1[i, j], R2[i, j])

Ця операція показує ступінь належності пари до хоча б одного з відношень.

A black background with white text and numbers

AI-generated content may be incorrect.

1. **Перетин (min).**

Перетин двох відношень виконується як мінімум відповідних значень:

(R1 ∩ R2)[i, j] = min(R1[i, j], R2[i, j])

Ця операція показує ступінь, з якою пара належить до обох відношень одночасно.

A screenshot of a computer screen

AI-generated content may be incorrect.

1. **Різниця.**

Різниця між R1 і R2 виконується за формулою:

(R1 – R2)[i, j] = min(R1[i, j], 1 − R2[i, j])

Ця операція залишає ті пари, які є в R1, але не в R2.

A black screen with white text

AI-generated content may be incorrect.

1. **Симетрична різниця.**

Це комбінація об’єднання та перетину:

(R1 Δ R2)[i, j] = max(R1[i, j], R2[i, j]) − min(R1[i, j], R2[i, j])

Симетрична різниця визначає, наскільки пара належить лише одному з відношень, але не обом одночасно.

A screenshot of a computer screen

AI-generated content may be incorrect.

1. **Доповнення.**

Доповнення нечіткого відношення R обчислюється так:

(¬R)[i, j] = 1 − R[i, j]

Воно вказує на ступінь заперечення зв’язку між елементами у відношенні.

A screenshot of a computer code

AI-generated content may be incorrect.

1. **Композиція max-min.**

Ця операція дозволяє знайти нове відношення, яке є результатом непрямого зв’язку через посередника. Формула:

(R1 ∘ R2)[i, k] = max[j](min(R1[i, j], R2[j, k]))

Це аналог логічного висновку в нечіткій логіці. Сильніше значення серед найслабших ланок.

A screenshot of a computer screen

AI-generated content may be incorrect.

1. **Композиція max-prod.**

Альтернативна композиція, де використовується добуток замість мінімуму:

(R1​ ∗ R2​)[i, k] = max[j]​(R1​[i, j] ∗ R2​[j, k])

Ця композиція більше підходить для моделей, де розглядаються ймовірності або ступені довіри.

A screenshot of a computer screen

AI-generated content may be incorrect.

1. **Властивості нечіткого відношення.**

* **Рефлексивність.**

Відношення називається рефлексивним, якщо кожен елементпов’язаний сам з собою з максимальною мірою належності:

R[i, i] = 1, ∀i

Це означає, що на головній діагоналі матриці всі значення мають бути рівні 1.

* **Іррефлексивність.**

Відношення називається іррефлексивним, якщо жоден елемент не пов'язаний із собою:

R[i, i] = 0, ∀i

Це означає, що на діагоналі всі значення повинні бути рівні 0.

* **Симетричність.**

Відношення є симетричним, якщо для кожної пари (i, j):

R[i, j] = R[j, i]

Матриця відношення є дзеркальною відносно головної діагоналі.

* **Антисиметричність.**

Відношення є антисиметричним, якщо для всіх i ≠ j:

R[i, j] > 0 ⇒ R[j, i] = 0

Якщо є зв’язок у напрямку i → j, то у зворотному напрямку зв’язку не повинно бути.

* **Асиметричність.**

Відношення асиметричне, якщо воно іррефлексивне та антисиметричне одночасно:

R[i, i] = 0 та R[i, j] > 0 ⇒ R[j, i] = 0

Тобто елемент не пов’язаний із собою і немає обопільних зв’язків між різними елементами.

* **Транзитивність.**

Відношення є транзитивним, якщо для всіх i, j, k:

R[i, k] ≥ max[j]​(min(R[i, j], R[j, k]))

Якщо i пов’язаний з j, а j пов’язаний з k, то має існувати зв’язок i→k.

A screen shot of a computer

AI-generated content may be incorrect.