

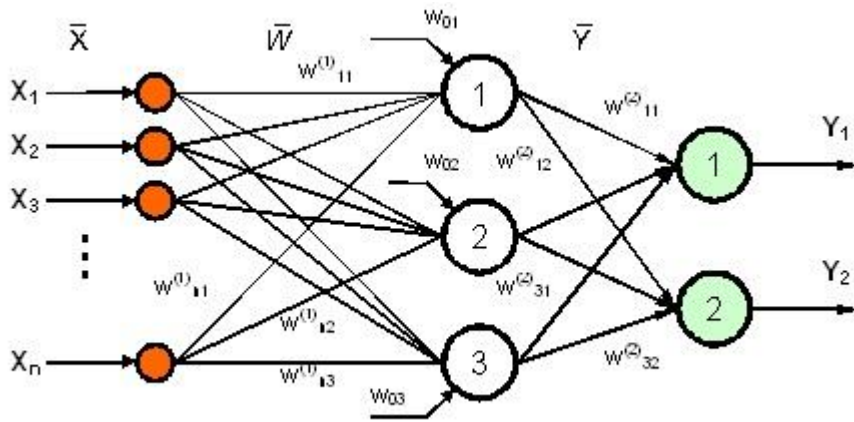
Розробка програмної системи для екстракції ознак нелінійного об'єкта на основі нечітких КОГНІТИВНИХ карт

Виконав: студент групи 1ПІ-17м
Лівкутний Є.В.

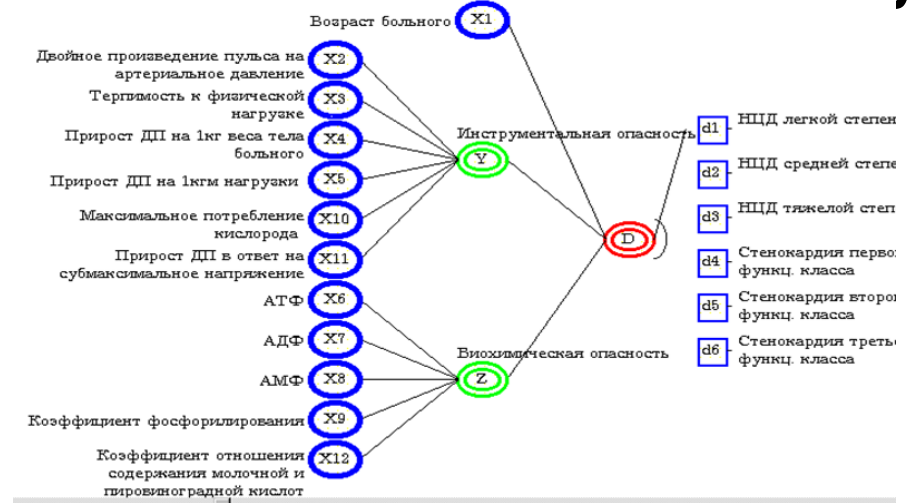
Керівник: к.т.н., доцент каф. ПЗ
Кательніков Д.І.

Актуальність дослідження

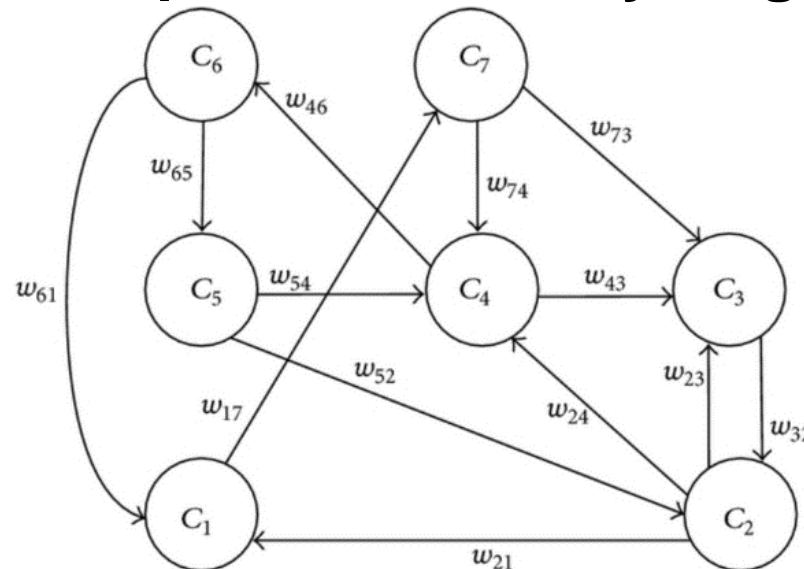
Нейронні мережі



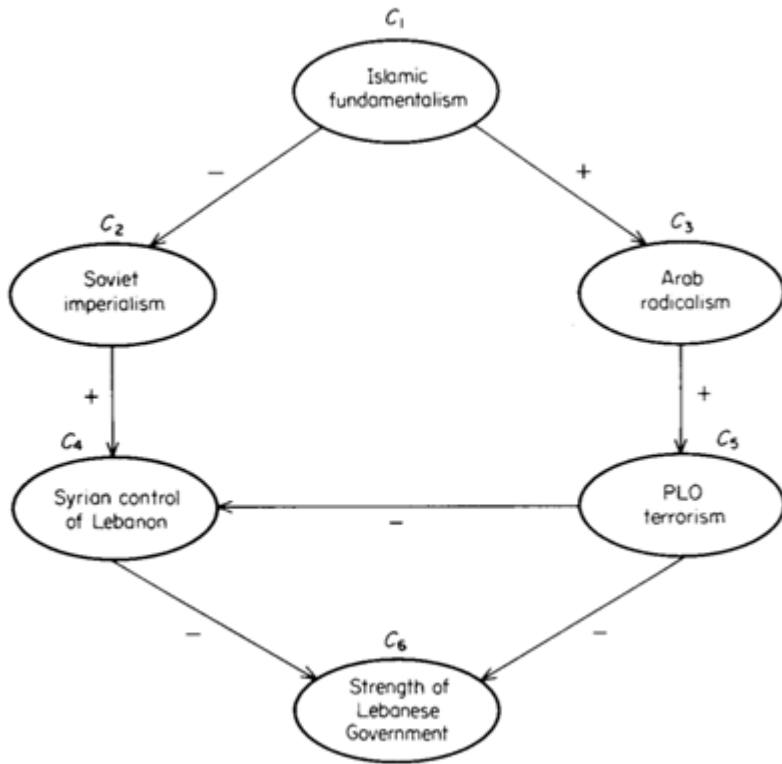
Дерева нечіткого висновку



Нечіткі когнітивні карти НКК = Fuzzy Cognitive Map (FCM)



Що таке нечітка когнітивна карта? 3



| | C_1 | C_2 | C_3 | C_4 | C_5 | C_6 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| C_1 | 0 | -1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| C_2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| C_3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| C_4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 |
| C_5 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | -1 |
| C_6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



$$A_i(k+1) = f\left(A_i(k) + \sum_{j \neq i, j=1}^N A_j(k) \times W_{ji}\right)$$

New state

Previous state

Weight matrix

Порогові функції

$$f(x) = \tanh(x)$$

$$f(x) = \frac{e^{2x} - 1}{e^{2x} + 1}$$

Мета, об'єкт та предмет дослідження

- **Метою** дослідження є підвищення адекватності моделювання нелінійних об'єктів
- **Об'єктом** дослідження є інтелектуальні технології ідентифікації
- **Предметом** дослідження є методи та засоби побудови нечітких когнітивних мереж

Наукова новизна та практична цінність дослідження

- **Наукова новизна** полягає у тому, що вперше запропоновані методи визначення ваг нечіткої когнітивної мережі шляхом вирішення відповідної задачі оптимізації.
- **Практична цінність.** Розроблена програмна система може бути використана для швидкого прототипування та настройки нечітких когнітивних мереж

- Здійснити порівняльний багатокритеріальний аналіз існуючих способів вирішення технічної проблеми і, таким чином, обґрунтувати актуальність розробки нового рішення;
- Здійснити порівняльний аналіз мов програмування для вибору оптимальної мови програмування;
- Розробити моделі побудови нечітких когнітивних мереж та ранжування концептів на їх основі;
- Розробити моделі настройки нечітких когнітивних карт з допомогою генетичних алгоритмів;
- Розробити моделі настройки нечітких когнітивних карт з допомогою нейронних мереж;
- Розробити і протестувати відповідні програмні модулі.

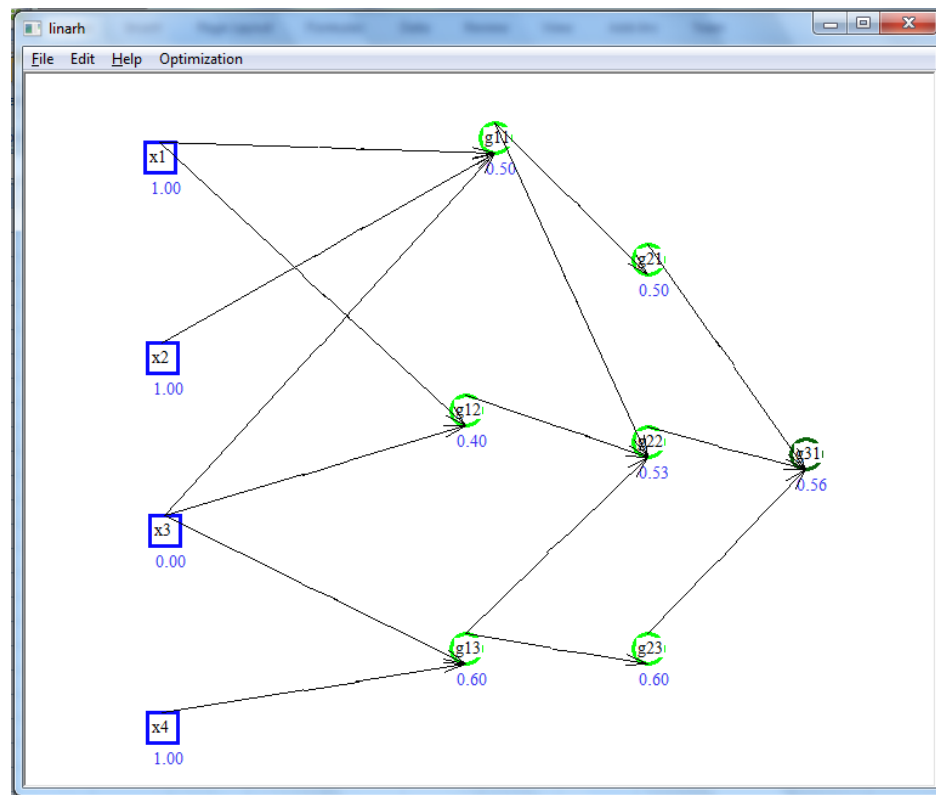
Порівняльний аналіз сучасних систем побудови та настройки нечітких когнітивних карт

| | Критерій | MATLAB | FCMA | Mental Modeler | Запропоноване рішення |
|---|--------------------------------------|--------|------|----------------|-----------------------|
| 1 | Зручна побудова НКК | - | - | + | + |
| 2 | User-defined порогові функції | + | - | + | + |
| 3 | Інтеграція з іншими моделями | + | - | - | +/- |
| 4 | Одно- та багатофакторні експерименти | + | + | + | + |
| 5 | Генетична настройка ваг | -/+ | - | - | + |
| 6 | Ціна | - | + | + | + |

Порівняльний аналіз сучасних мов об'єктно-орієнтованого програмування

| | Критерій | C++ | C# |
|---|---|-----|-----|
| 1 | Поширення на різних платформах | + | -/+ |
| 2 | Універсальна мова високого рівня | + | + |
| 3 | Потенціал для розширення | + | + |
| 4 | Висока швидкодія | + | - |
| 5 | Автоматичний збирач сміття | - | + |
| 6 | Зручний інтерфейс | - | + |
| 7 | Широкий набір засобів для роботи з графікою | - | + |

Генетична настройка НКК



Навчальна вибірка

| X1 | x2 | x3 | x4 | Призначений вихід (g31) |
|----|----|----|----|-------------------------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1.000 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0.747 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0.740 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0.613 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0.900 |

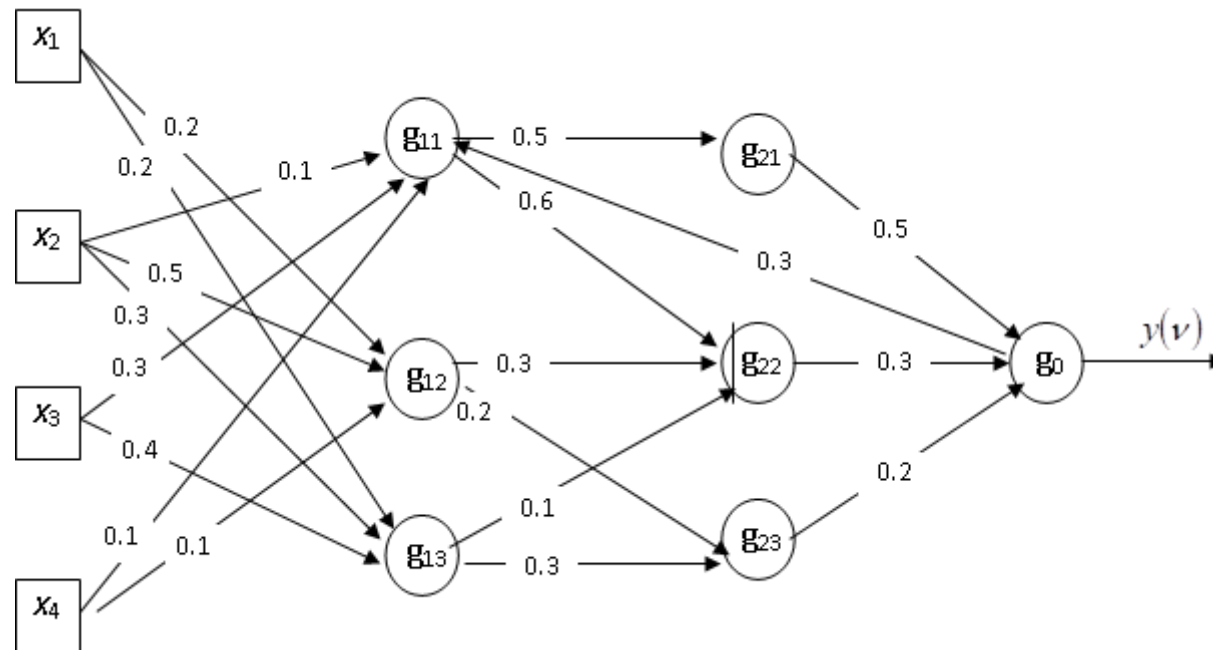
Генотип

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W | W |
| g ₁₁ | g ₁₂ | g ₁₃ | g ₂₁ | g ₂₂ | g ₂₃ | g ₃₁ | g ₃₂ | g ₃₃ | g ₄₁ | g ₄₂ | g ₄₃ | g ₁₁ | g ₁₂ | g ₁₃ | g ₂₁ | g ₂₂ | g ₂₃ | g ₃₁ | g ₃₂ | g ₃₃ | g ₄₁ | g ₄₂ | g ₄₃ | g _{звр} |

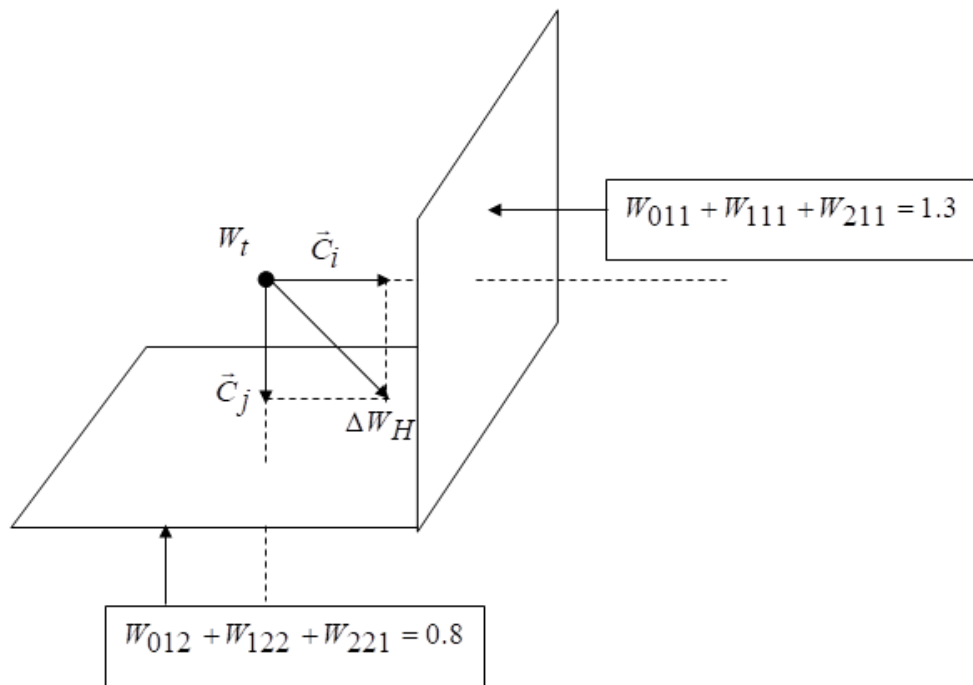
$$W = \begin{pmatrix} w_{011}, w_{012}, w_{013}, w_{021}, w_{022}, w_{023}, w_{031}, w_{032}, w_{033}, w_{041}, w_{042}, w_{043}, \\ w_{111}, w_{112}, w_{113}, w_{121}, w_{122}, w_{123}, w_{131}, w_{132}, w_{133}, w_{211}, w_{221}, w_{231}, w_{звр} \end{pmatrix}$$

Фенотип

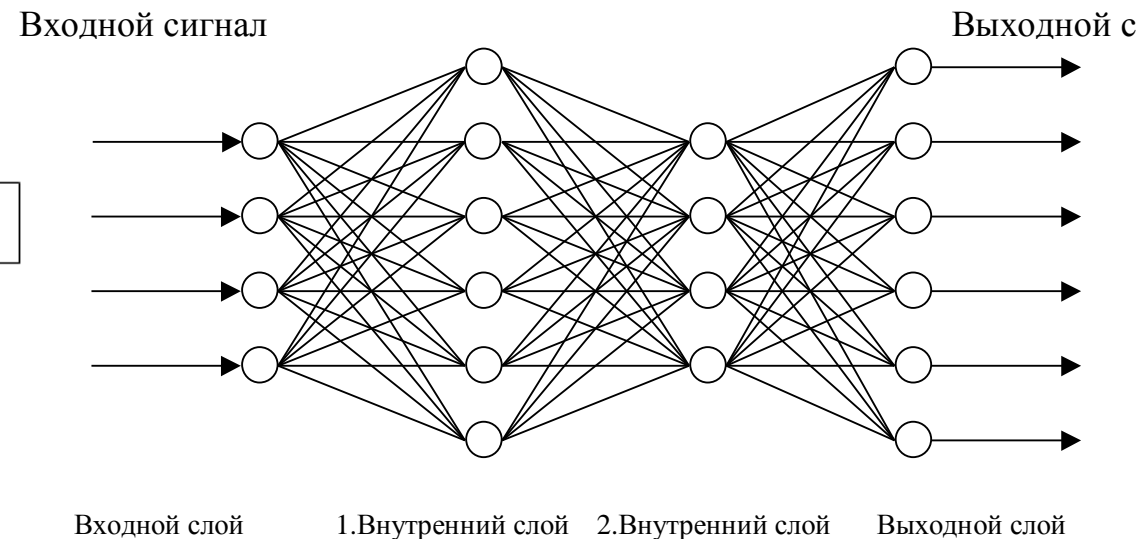


Настройка НКК з допомогою нейронних мереж

Вертикальні обмеження



Структура мережі



Прямий прохід мережі

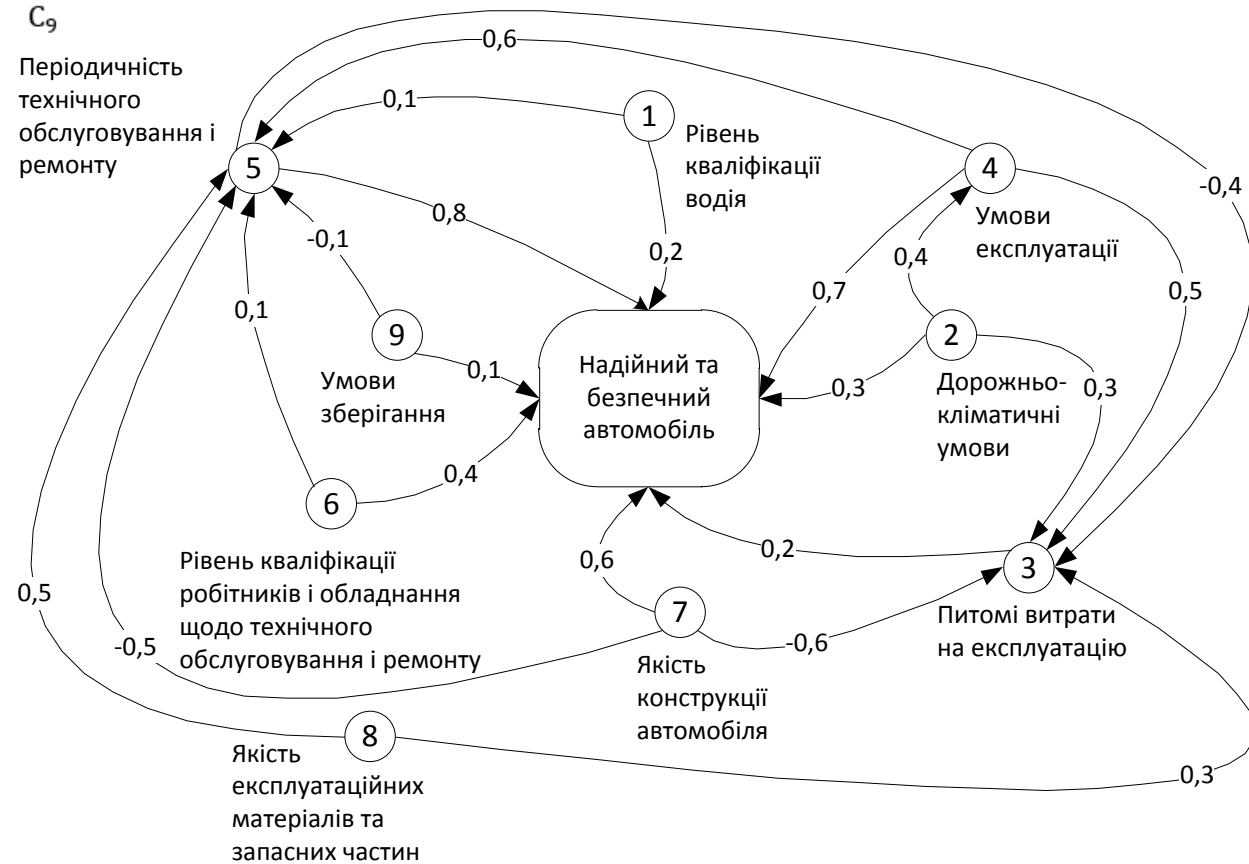
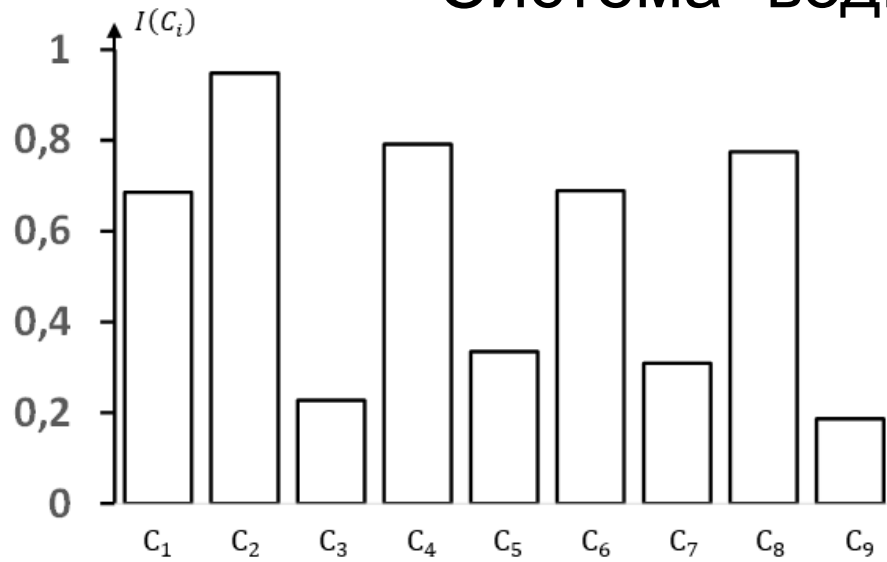
$$net_{pj} = \sum_i w_{ij} o_{pi}$$

$$o_{pj} = f_j \left(net_{pj} \right)$$

Зворотній прохід мережі

$$E_p = \frac{1}{2} \sum_j \left(t_{pj} - o_{pj} \right)^2 \quad w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \eta \delta_{pj} o_{pj}$$

Система “водій-автомобіль-дорога”



ВИСНОВКИ

- Здійснено порівняльний багатокритеріальний аналіз існуючих способів вирішення технічної проблеми і обґрунтовано необхідність власної розробки;
- Здійснено порівняльний аналіз мов програмування, в результаті чого була обрана мова програмування C#;
- Розроблено моделі побудови нечітких когнітивних мереж та ранжування концептів на їх основі;
- Розроблено моделі настройки нечітких когнітивних карт з допомогою генетичних алгоритмів;
- Розроблено моделі настройки нечітких когнітивних карт з допомогою нейронних мереж, які використовують спеціальні обмеження для скорочення області пошуку;
- Розроблено і протестувано відповідні програмні модулі.

Дякую за увагу!