

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:

# РОЗПІЗНАВАННЯ ЖЕСТІВ РУК З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Виконав студент гр. 1КН-17м Легойда В.В.

Керівник: к.т.н., доц. Колесницький О.К.

Спеціальність 122 “Комп’ютерні науки”

# МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення достовірності розпізнавання жестів рук програмними засобами за рахунок застосування штучної нейронної мережі.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:

- провести аналіз проблеми розв'язання задачі розпізнавання жестів рук;
- розглянути існуючі методи вирішення задачі розпізнавання жестів рук та обрати й обґрунтувати вибір методу, який задовольняє мету даної магістерської кваліфікаційної роботи;
- розробити математичну модель розпізнавання жестів рук;
- сформулювати стадії інформаційної технології, розробити структуру та алгоритм роботи програмного засобу;
- виконати програмну реалізацію запропонованої інформаційної технології;
- провести тестування програмного продукту та виконати аналіз отриманих результатів.

# ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єкт дослідження – процес комп'ютерного розпізнавання жестів рук з використанням нейронних мереж.

Предмет дослідження – методи та програмні засоби розпізнавання жестів рук з використанням нейронної мережі та достовірність розпізнавання жестів рук.

## Методи дослідження

У роботі використані наступні методи наукових досліджень:

- системного аналізу,
- розпізнавання образів,
- теорії штучних нейронних мереж для реалізації інформаційної технології розпізнавання жестів рук,
- методи математичної статистики для розробки процесу розпізнавання жестів рук та обрахунків результатів експериментів із програмним засобом,
- об'єктно-орієнтованого програмування.

# НАУКОВА НОВИЗНА ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

1. Набула подальшого розвитку інформаційна технологія розпізнавання жестів рук, яка відрізняється використанням штучної нейронної мережі, що дозволило підвищити достовірність розпізнавання жестів рук.

2. Удосконалено метод виділення ознак із вхідного зображення для подальшого розпізнавання нейронною мережею, який відрізняється використанням горизонтальної і вертикальної гістограм бінарізованих різницевих зображень, що дозволило підвищити достовірність розпізнавання жестів рук.

# ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

1. розроблено алгоритм роботи програмного забезпечення розпізнавання жестів рук на основі штучної нейронної мережі;
2. розроблено програмні засоби для розпізнавання жестів рук на основі штучної нейронної мережі

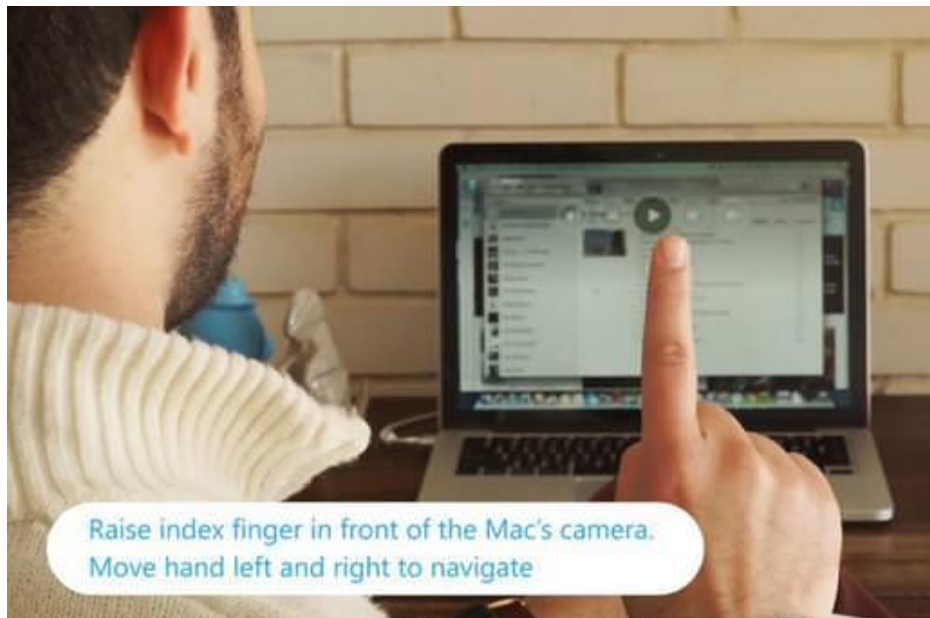
# Аналіз предметної області розпізнавання жестів рук

Існує достатньо велика кількість методів та алгоритмів, призначених для розпізнавання жестів рук. Можна виділити такі методи:

- 1) порівняння з еталоном (пошук у базі даних еталонів);
- 2) застосування дерев рішень;
- 3) застосування нечіткої логіки;
- 4) нейромережевий метод.

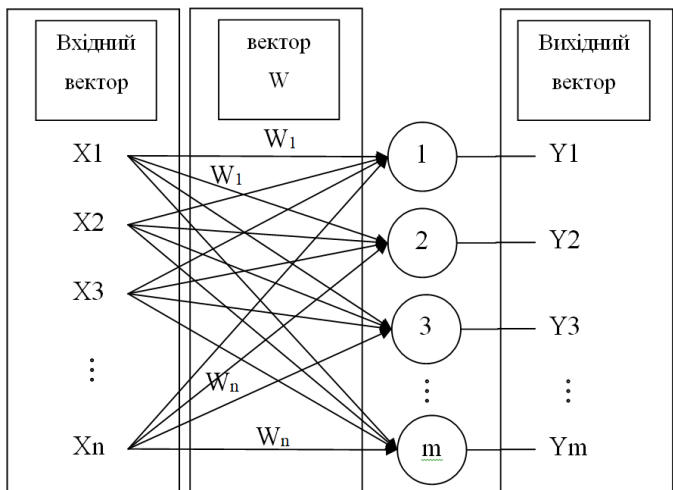
**Було обрано нейромережевий метод**

## Вибір і обґрунтування аналогу

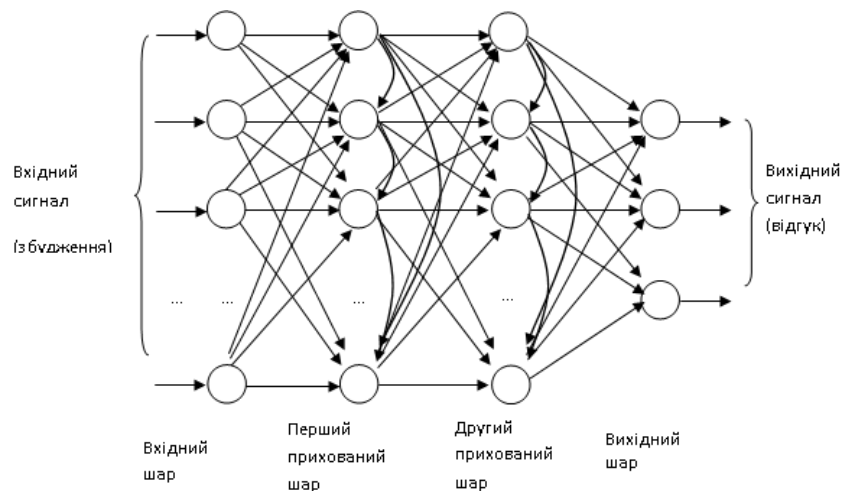


Головне вікно програми  
ControlAir для  
управління Mac за  
допомогою жестів рук

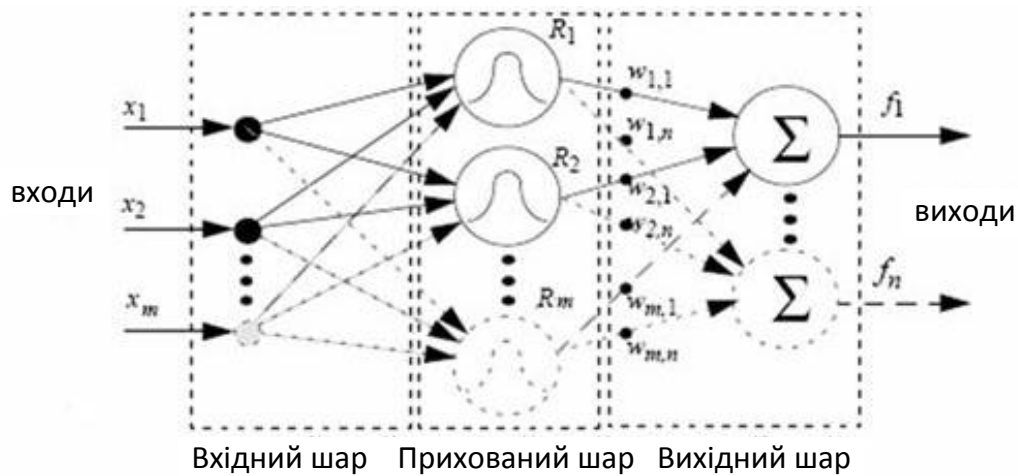
# ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ



Одношаровий перцептрон



Багатошаровий перцептрон

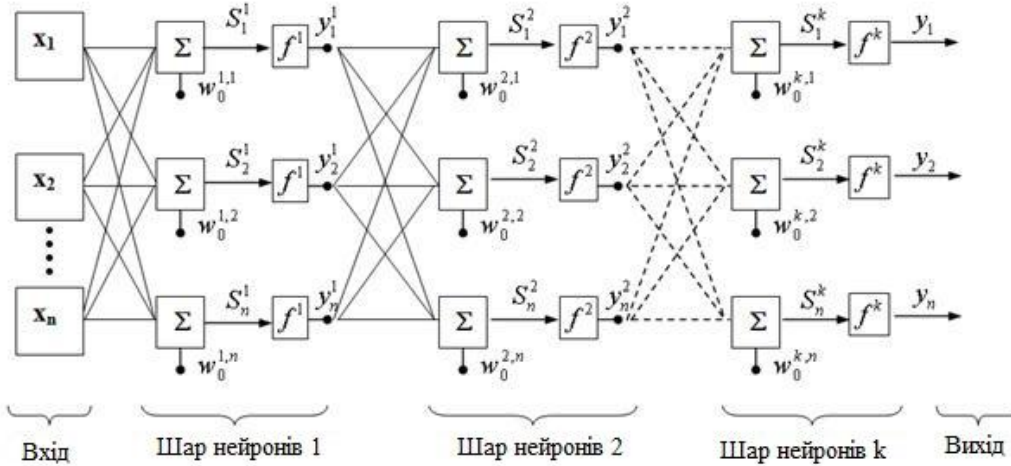


Вхідний шар Прихований шар Вихідний шар

Нейронна мережа РБФ

Була обрана нейронна мережа багатошаровий перцептрон

# Архітектура та математична модель багатошаровий перцептрон



Функція нейрона:

$$f(x) = \text{sign}\left(\sum_{i=1}^n w_i x_i - \theta\right) \quad (3.1)$$

вагові коефіцієнти  $w_i$  зв'язків

Алгоритм зворотного поширення помилки:

1. Початкові значення ваг всіх нейронів всіх шарів  $V(t=0)$  і  $W(t=0)$  визначаються випадковими числами.
2. Мережі пред'являється вхідний образ  $X_a$ , в результаті формується вихідний образ  $Y_1 Y_a$ . При цьому нейрони послідовно від шару до шару функціонують за наступними формулами:

$$\text{Прихований шар: } x_j = \sum_i W_{ij} X_i^a; Y_i = f(x_j) \quad (3.2)$$

$$\text{Вихідний шар: } x_k = \sum_j V_{jk} Y_j; Y_k = f(x_k) \quad (3.3)$$

де  $f(x)$  - сигмоїдальна функція.

Функціонал квадратичної помилки мережі для даного вхідного образу має вигляд:

$$E = \frac{1}{2} \sum_k (y_k - Y_k^a)^2 \quad (3.4)$$

Даний функціонал потрібно мінімізувати. Класичний градієнтний метод оптимізації полягає в ітераційному уточненні аргумента:

$$V_{jk}(t+1) = V_{jk}(t) - h * \frac{\partial E}{\partial N_{jk}} \quad (3.5)$$

Функція помилки не має залежності від ваги  $V_{jk}$ , тому використовуються формули неявного диференціювання складної функції:

$$\frac{\partial E}{\partial y_k} = \delta_k = (y_k - Y_k^a); \quad (3.6)$$

$$\frac{\partial E}{\partial x_k} = \frac{\partial E}{\partial y_k} * \frac{\partial y_k}{\partial x_k} = \delta_k * y_k(1 - y_k); \quad (3.7)$$

$$\frac{\partial E}{\partial N_{jk}} = \frac{\partial E}{\partial y_k} * \frac{\partial y_k}{\partial x_k} * \frac{\partial x_k}{\partial N_{jk}} = \delta_k * y_k(1 - y_k) * y_i \quad (3.8)$$

Тут врахована корисна властивість сигмоїдальної функції  $f(x)$ : її похідна виражається тільки через саме значення функції:  $f'(x) = f(1-f)$ . Таким чином, всі необхідні величини для підстроювання ваг вихідного шару  $V$  отримані.

3. На цьому кроці виконується підстроювання ваг прихованого шару. Градієнтний метод, як і раніше, дає:

$$W_{ij}(t+1) = W_{ij}(t) - h * \frac{\partial E}{\partial W_{ij}} \quad (3.9)$$

Обчислення похідних виконуються за тими ж формулами, за винятком деякого ускладнення формули для помилки  $\delta_j$ :

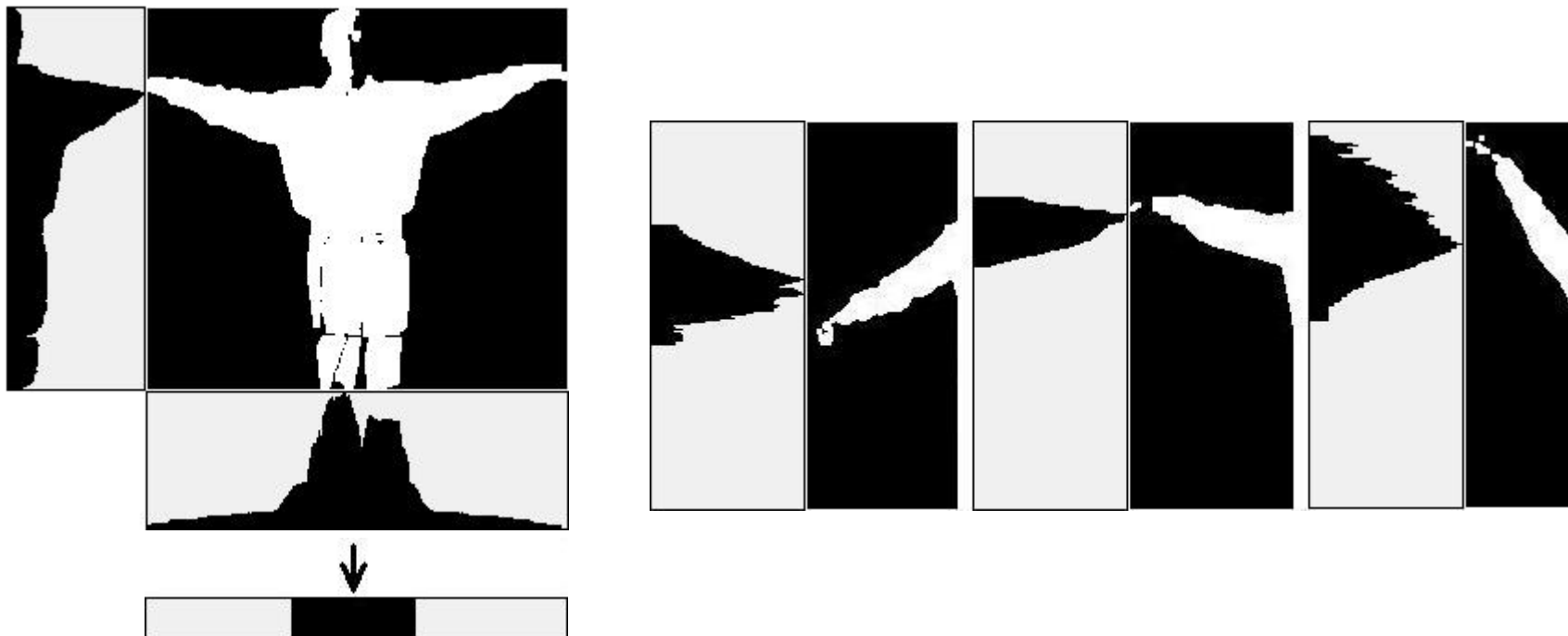
$$\frac{\partial E}{\partial X_k} = \frac{\partial E}{\partial y_k} * \frac{\partial y_k}{\partial x_k} = \delta_k * y_k(1 - y_k)$$

$$\frac{\partial E}{\partial y_i} = \delta_j = \sum_k \frac{\partial E}{\partial x_k} * \frac{\partial x_k}{\partial y_i} = \sum_k \delta_k * y_k(1 - y_k) * V_{jk}; \quad (3.10)$$

$$\frac{\partial E}{\partial W_{ij}} = \frac{\partial E}{\partial y_i} * \frac{\partial y_i}{\partial x_i} * \frac{\partial x_i}{\partial W_{ij}} = \delta_j * y_j(1 - y_j) * X_i^a = [\sum_k \delta_k * y_k(1 - y_k) * V_{jk}] * [y_j(1 - y_j) * X_i^a] \quad (3.11)$$

При обчисленні  $\delta_j$  тут і було застосовано принцип зворотного поширення помилки: окремі похідні беруться тільки по змінним наступного шару. За отриманими формулами модифікуються ваги нейронів прихованого шару.

# МЕТОД ВИДІЛЕННЯ ОЗНАК ІЗ ВХІДНОГО ЗОБРАЖЕННЯ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО РОЗПІЗНАВАННЯ НЕЙРОННОЮ МЕРЕЖЕЮ



Оброблена порогом горизонтальна гістограма є першою ознакою зображення жеста, а послідовність її бінарних значень є першою частиною входів нейронної мережі.

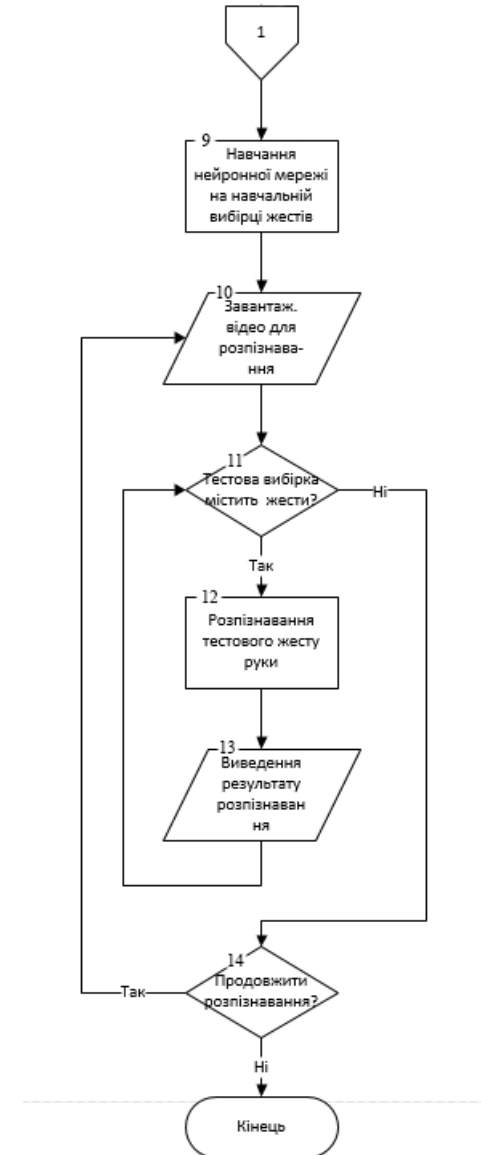
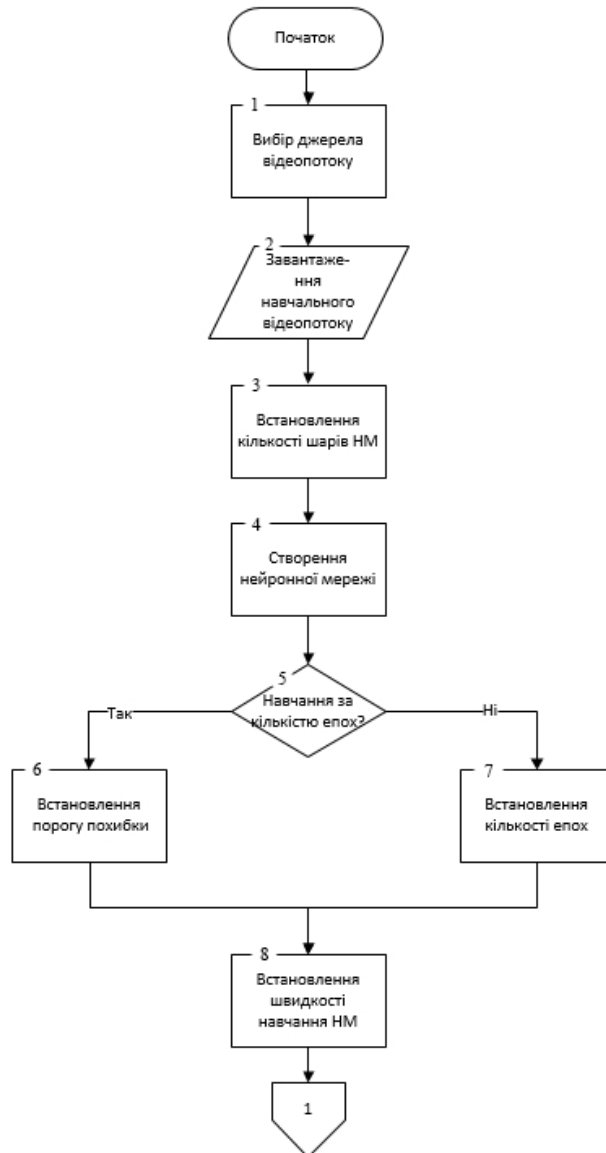
Відфільтрована вертикальна гістограма є другою ознакою зображення жеста, а послідовність її значень є другою частиною входів нейронної мережі



# СТРУКТУРА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ЖЕСТІВ РУК НА ОСНОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ЗВОРОТНОГО ПОШИРЕННЯ



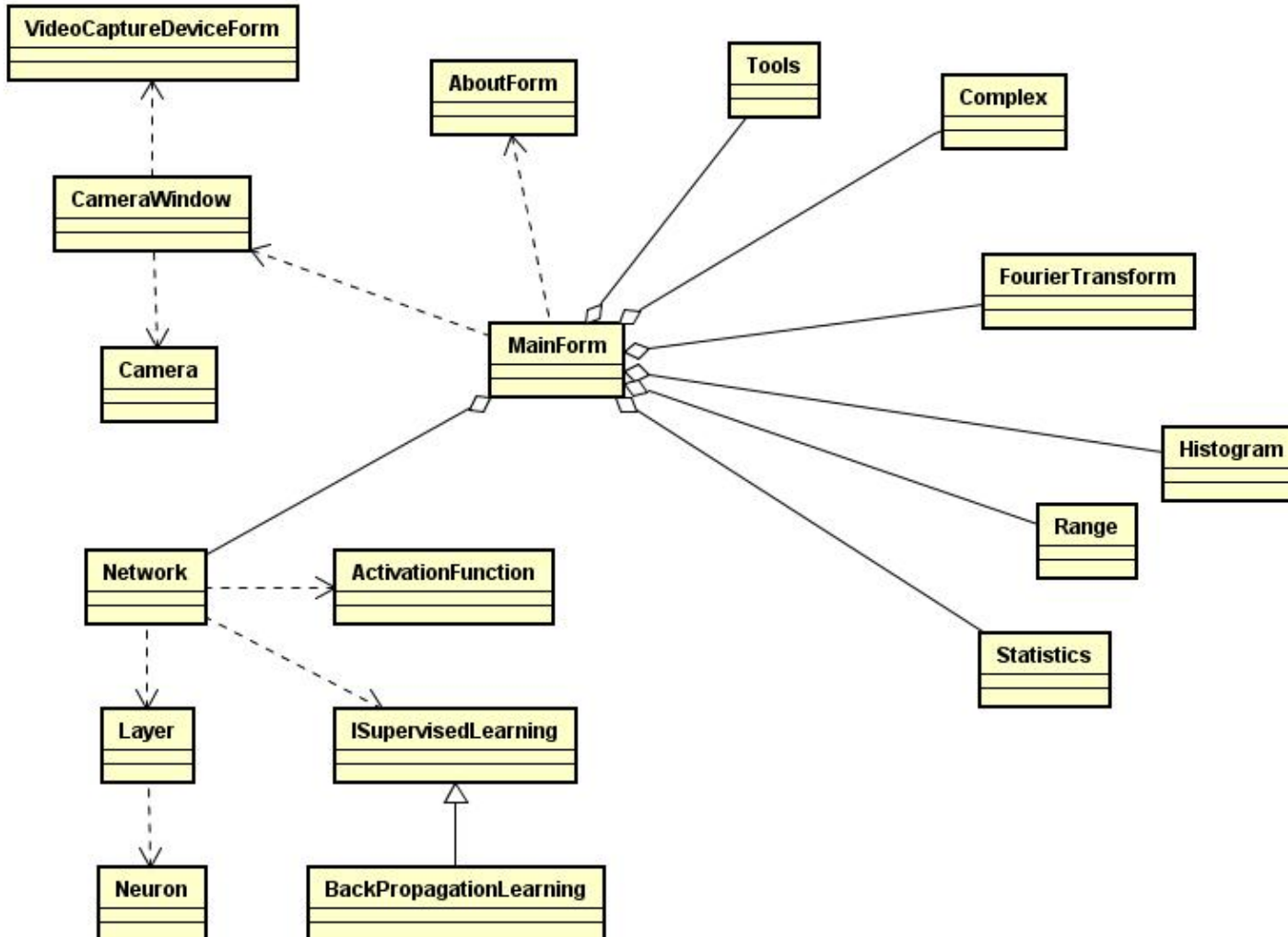
# Загальний алгоритм роботи програми розпізнавання жестів рук



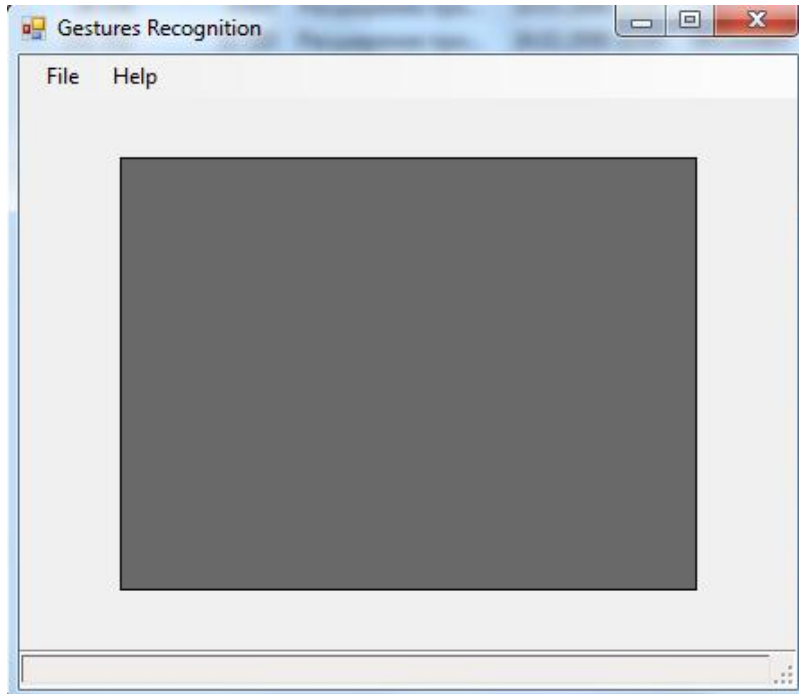
# Обґрунтування вибору мови та середовища програмування

*Для реалізації програми було обрано мову програмування C# з використанням технології Windows Forms та середовище розробки Microsoft Visual Studio 2015*

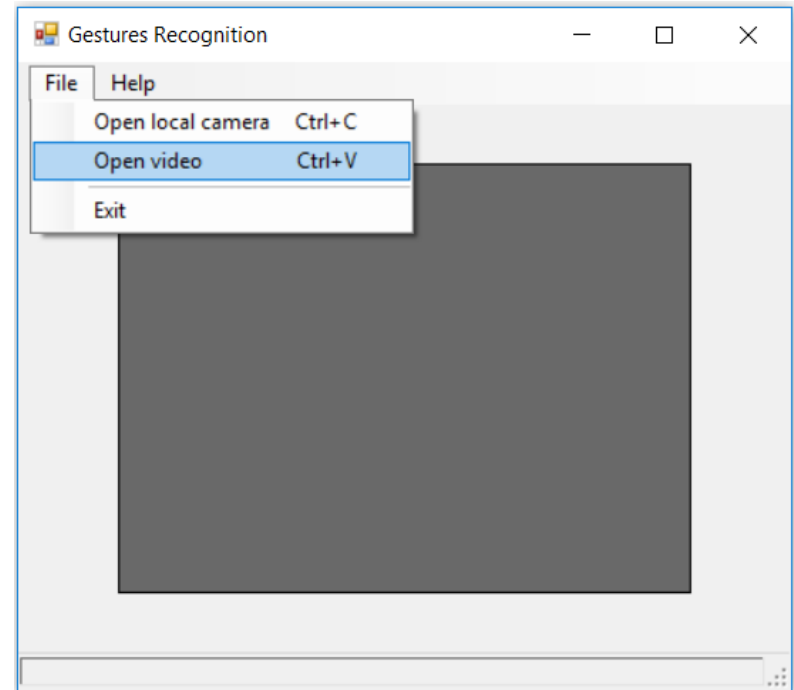
# UML-діаграма класів програми розпізнавання жестів рук



# СТАРТОВІ ВІКНА ПРОГРАМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЖЕСТІВ РУК

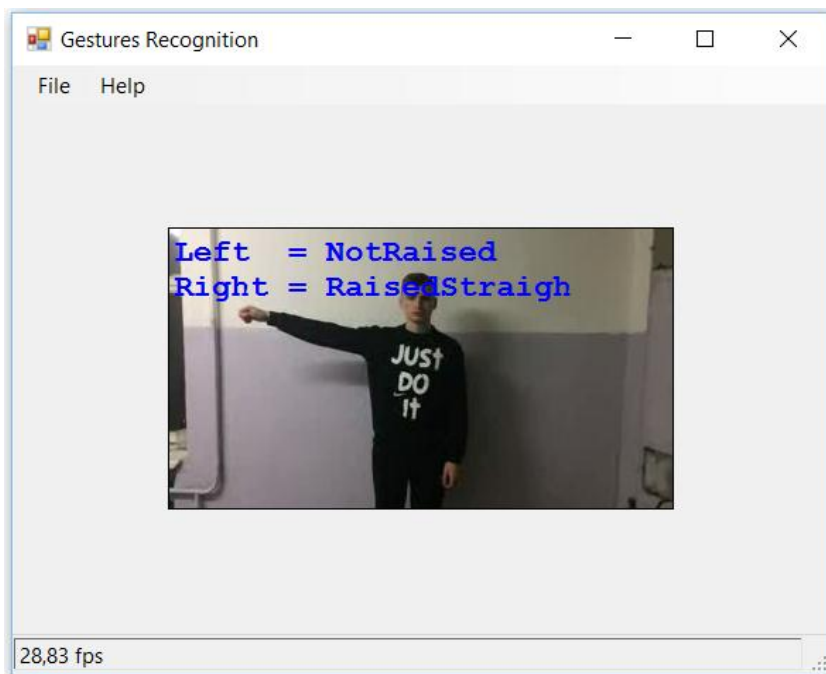


Початкове вікно програми



Вікно програми при виборі джерела  
відеопотоку

# РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ ПРОГРАМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЖЕСТІВ РУК



Приклад роботи програми при розпізнаванні опущеної лівої руки та піднятої прямо правої руки



Приклад невірної розпізнавання жесту рук

# ТЕСТУВАННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ ПРОГРАМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЖЕСТІВ РУК

Таблиця 3.4 – Результати тестування розробленої програми та програми-аналога ControlAir

Програмний засіб	К-сть жестів рук у тест. вибірці	Правильно розпізнано	Достовірність розпізнавання, %
Програма ControlAir	100	72	72
Розроблена програма	100	84	84

Із табл. видно, що розроблена програма має вищу достовірність розпізнавання (84%), ніж аналогічна програма (72%), а значить достовірність розпізнавання жестів рук покращена на 12%, тобто мета роботи досягнута.

# ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Було проведено економічне обґрунтування доцільності розробки програми для розпізнавання жестів рук з використанням нейронної мережі. Нова розробка має середній рівень комерційного потенціалу. Відносний рівень якості інноваційної розробки на 18% краще базового товару-конкурента. Загальна сума витрат на виконання робіт склала 35032,07 грн. Загальні витрати на виконання та впровадження результатів виконаної наукової роботи – 44512,8 грн. Абсолютна ефективність вкладених інвестицій - 345833,55 грн, що свідчить про те, що вкладання коштів на виконання та впровадження результатів НДДКР є доцільним. Відносна (щорічна) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій – 106 %, отже інвестор буде зацікавлений у фінансуванні даної наукової розробки. Термін окупності складає 11 місяців. В загальному можна зробити висновок, що фінансування розробки програми для розпізнавання жестів рук з використанням нейронної мережі є економічно доцільним проектом.



# АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ ТА ПУБЛІКАЦІЇ

## **Апробація результатів роботи.**

Результати досліджень апробовані на шостій міжнародній науково-технічній конференції «Оптоелектронні інформаційні технології «ФОТОНІКА-ОДС-2018»», м. Вінниця, 2-4 жовтня 2018 року.

## **Публікації.**

За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 тези доповідей на конференції та підготовлена заявка на авторське свідоцтво на твір (програму).

# ВИСНОВОК

В результаті виконання МКР розроблено інформаційну технологію та програмне забезпечення для розпізнавання жестів рук на основі нейронної мережі багат шаровий перцептрон. Програмне забезпечення створено об'єктно-орієнтованою мовою програмування C# з використанням технології Windows Forms та середовища розробки Microsoft Visual Studio 2015. Програма має вищу достовірність розпізнавання (84%), ніж аналогічна програма ControlAir (72%), а значить достовірність розпізнавання покращена на 12%. Отже, мета роботи досягнута.

Дякую за увагу!