

Магістерська кваліфікаційна  
робота на тему:

Розпізнавання кольорових відтінків з  
використанням апарату нечіткої логіки

Виконав ст. гр. КН-15м Євтушенко В.В.

Науковий керівник к.т.н.,  
доцент кафедри КН: Сілагін О.В

# Актуальність теми дослідження

Із самого початку розвитку галузі штучного інтелекту, розпізнавання зображень було одним із провідних та популярних її напрямків. В цьому напрямку не останнє місце посідає задача розпізнавання (ідентифікації) кольорових відтінків. Людство здавна застосовує поняття «кольорового відтінку» - певного співвідношення значень кольорової моделі яке одержало свою специфічну назву. Ось приклади таких назв: «кремовий», «морська хвиля», «сріблястий металік», «маренго», «асфальтовий», «хакі» і т.д. Відповідно, успішне вирішення задачі розпізнавання кольорів забезпечує ефективне функціонування систем автоматизованого пошуку, дизайну, стискування інформації та інших. Тому дослідження по цій темі вважаю актуальними.

**Об'єкт дослідження** - це процес розпізнавання кольорових відтінків.

**Предмет дослідження** - математичні моделі, алгоритми та програмні засоби для розпізнавання кольорових відтінків.

**Метою** дослідження є розширення функціональних можливостей в процесі розпізнавання кольорових відтінків

# Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати існуючі технології, методи і моделі розпізнавання та вибрати найбільш ефективні;
- формалізувати задачу розпізнавання кольорових відтінків із застосуванням апарату нечіткої логіки та інтелектуальної технології нечіткого логічного виведення;
- розробити спеціалізовану математичну модель розпізнавання кольорових відтінків, яка на відміну від існуючих використовує єдину нечітку продукційну базу знань (включаючи формування вхідного вектора), що розширює функціональні можливості задачі розпізнавання;
- доопрацювати інтелектуальну технологію нечіткого логічного виведення Ротштейна –Заде з врахуванням специфіки задачі розпізнавання кольорових відтінків;
- розробити алгоритми роботи програмного забезпечення для розпізнавання кольорових відтінків;
- спроектувати та реалізувати програмне забезпечення для розпізнавання кольорових відтінків.

# Наукова новизна одержаних результатів

- задача розпізнавання кольорових відтінків вперше формалізована на основі апарату нечіткої логіки та нечітких множин.
- доопрацьована інтелектуальна технологія нечіткого логічного виведення Ротштейна –Заде з врахуванням специфіки задачі розпізнавання кольорових відтінків.
- розроблена спеціалізована математична модель розпізнавання кольорових відтінків, яка на відміну від існуючих використовує єдину нечітку продукційну базу знань (включаючи формування вхідного вектора), що розширює функціональні можливості задачі розпізнавання.

## **Апробація результатів роботи.**

Результати досліджень апробовано в доповіді на міжнародній науково-практичній конференції «ІОН-2016», та щорічній регіональній науково-практичній конференції «ВНТУ-2016»

## **Публікації.**

За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 стаття в збірнику праць «ІЕС-2016» [1], тези доповіді конференцій [2].

## **Впровадження**

Результати, одержані в процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи, плануються до впровадження в розробки науково-виробничого підприємства ТОВ «ІТІ»

# Задача розпізнавання кольорових відтінків

Широковживаність. Відсутність стандарту і кількісного еквіваленту.  
Потреба в автоматизації задач, пов'язаних з їх використанням.

## Фрагмент таблиці назв кольорових відтінків

Английское название	Русское название	Английское название	Русское название	Английское название	Русское название
Air Force Blue	Военно-воздушный синий	Battleship Grey	<a href="#">Голубовато-серый цвет</a>	Camouflage green	<a href="#">Хаки</a>
Alice Blue	Синий Элис [Рузвельт Лонгворт]	Beige	<a href="#">Беж, бежевый</a>	Canonical aubergine	Баклажановый <a href="#">Canonical</a> <sup>[2][3][4]</sup>
Alizarin Crimson	<a href="#">Ализариновый красный</a>	Bistre	<a href="#">Бистр</a>	Cardinal	<a href="#">Тёмно-красный, кардинал</a>
Almond	Миндаль Крайола	Bittersweet	Горькая радость	Carmine	<a href="#">Карминово-красный</a>
Amaranth	<a href="#">Амарантовый</a>	Black	<a href="#">Чёрный</a>	Carrot	<a href="#">Морковный</a>
Amber	<a href="#">Янтарный</a>	Blond	Белокурый	Celadon	<a href="#">Селадоновый</a>
American Rose	Американская роза	Blue	<a href="#">Синий</a>	Cerise	<a href="#">Светлая вишня</a>
Amethyst	<a href="#">Аметистовый</a>	Bondi Blue	<a href="#">Вода пляжа Бонди</a>	Cerulean	<a href="#">Лазурный</a>
Anti-flash White	Матовый белый	Boston University Red	Красный Университета Бостона	Cerulean blue	<a href="#">Лазурно-синий</a>
Antique White	Античный белый	Brass	<a href="#">Латунный</a>	Chartreuse	<a href="#">Салатовый цвет, шартрез</a>

## Огляд аналогів:

**Adobe Photoshop** . Його набір засобів для кольорокорекції та редагування зображень дозволяє розпізнавати кольорові відтінки в процентному співвідношенні значень каналів кольорової моделі. Необхідно працювати з колірною моделлю Lab Color. Ця система дозволяє розкласти зображення на складові — яркісну й колірну, представлену двома каналами: зелено-червоним і синьо-жовтим.

**Noiseware Professional** — це додатковий модуль для Photoshop. Він містить набагато більше параметрів у порівнянні зі стандартним інструментом для боротьби із коливання кольору. Даний модуль підтримує багатопроцесорну обробку й дозволяє використовувати ручний режим тонкого настроювання — у цьому випадку користувач може сам «підказувати» програмі розташування коливання кольору для більш точного очищення зображення.

**AKVIS Noise Buster** доступний не тільки як доповнення до основного інструментарію Adobe Photoshop, але і як самостійний додаток. Даний модуль має більш гнучкі настроювання, які дають можливість розділити процес обробки зображення на компенсацію яркістних і колірних артефактів.

**Noise Ninja** відмінною рисою цього модуля є те, що з його допомогою можна створювати політику параметрів, які будуть автоматично використовувати профілі настроювань, відповідно складеним раніше користувацьким правилам.

**Не знайдено аналога, який надавав би користувачу результат розпізнавання кольорового відтінка у вигляді лінгвістичного терміну (терму)**



# Застосування апарату нечіткої логіки до задачі розпізнавання кольорових відтінків(вперше).

## Формалізація інформації :

Нами розглядається об'єкт з одним виходом та  $n$  входами виду:

$$y = f_y(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad ,$$

де  $y$  – вихідна змінна;  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – вхідні змінні.

Вихідна змінна  $y$  - лінгвістичний терм «кремовий», «морська хвиля», «сріблястий металік», «маренго», «асфальтовий», «хакі» ...

Змінні  $x_1, x_2, \dots, x_n$  та  $y$  можуть бути кількісними і якісними. Для нашого випадку кількісними змінними є: Глибина кольору = [4, 32] біт, Роздільна здатність = [50, 300] pprd, кількісні значення каналів кольорової моделі та інші змінні, які легко вимірюються в прийнятих для них кількісних шкалах.

Окрім «кольорового відтінка», прикладом змінної, для якої не існує природної кількісної шкали, є РІВЕНЬ ДАЛЬТОНІЗМУ ОПЕРАТОРА, який може бути оцінений якісними термами (низький, середній, високий)

## Нечітка база знань кольорових відтінків:

Номер вхідної комбін ації значен ь	Вхідні змінні				Вихідна змінна
	$x_1$	$x_2$	$\dots x_i \dots$	$x_n$	
11	$a_1^{11}$	$a_2^{11}$	$\dots a_i^{11} \dots$	$a_n^{11}$	$d_1$
12	$a_1^{12}$	$a_2^{12}$	$\dots a_i^{12} \dots$	$a_n^{12}$	
...	$a_1^{1k_1}$	$a_2^{1k_1}$	$\dots a_i^{1k_1} \dots$	$a_n^{1k_1}$	
1k <sub>1</sub>					
...					
j1	$a_1^{j1}$	$a_2^{j1}$	$\dots a_i^{j1} \dots$	$a_n^{j1}$	$d_j$
j2	$a_1^{j2}$	$a_2^{j2}$	$\dots a_i^{j2} \dots$	$a_n^{j2}$	
...	$a_1^{jk_j}$	$a_2^{jk_j}$	$\dots a_i^{jk_j} \dots$	$a_n^{jk_j}$	
jk <sub>j</sub>					
...					
m1	$a_1^{m1}$	$a_2^{m1}$	$\dots a_i^{m1} \dots$	$a_n^{m1}$	$d_m$
m2	$a_1^{m2}$	$a_2^{m2}$	$\dots a_i^{m2} \dots$	$a_n^{m2}$	
...	$a_1^{mk_m}$	$a_2^{mk_m}$	$\dots a_i^{mk_m} \dots$	$a_n^{mk_m}$	
mk <sub>m</sub>					

$A_i = \{a_i^1, a_i^2, \dots, a_i^{l_i}\}$  – ножина змін.  $x_j, i = \overline{1, n}$

$D = \{d_1, d_2, \dots, d_m\}$  – терм-множина  $y$ ,

$m$  – число різноманітних рішень області, що розглядається

Кожен рядок матриці являє собою деяку комбінацію значень вхідних змінних, віднесених експертом до одного з можливих значень вихідної змінної  $y$ . При цьому :  
перші  $k_1$  рядків відповідають значенню вихідної змінної  $y = d_1$ ,  
другі  $k_2$  рядків  $y = d_2, \dots$ , останні  $k_m$  рядків – значенню  $y = d_m$

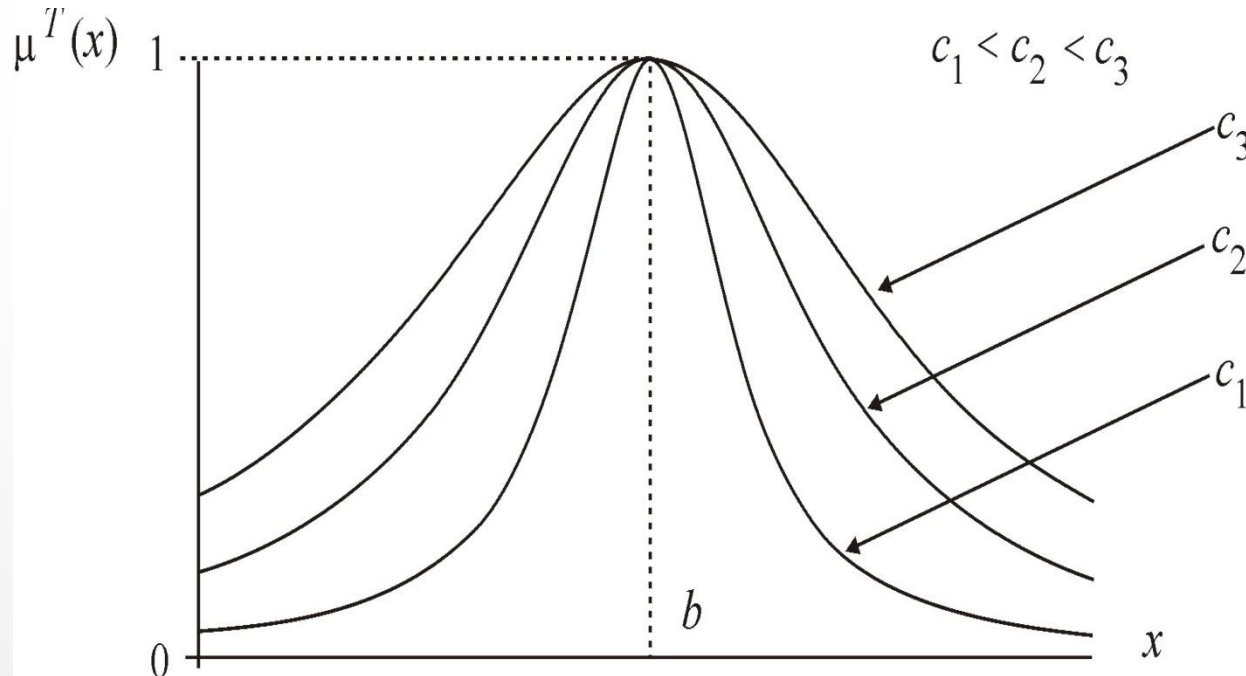
## Функції належності:

В роботі [14] запропонована проста і зручна для налаштування аналітична модель функцій належності змінної  $x$  довільному нечіткому терму  $T$  у вигляді:

$$\mu^T(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-b}{c}\right)^2}$$

Де  $b$  і  $c$  – параметри налаштування;  $b$  – координата максимуму функції  $\mu^T(b) = 1$ ;  $c$  – коефіцієнт концентрації – розтягу функції

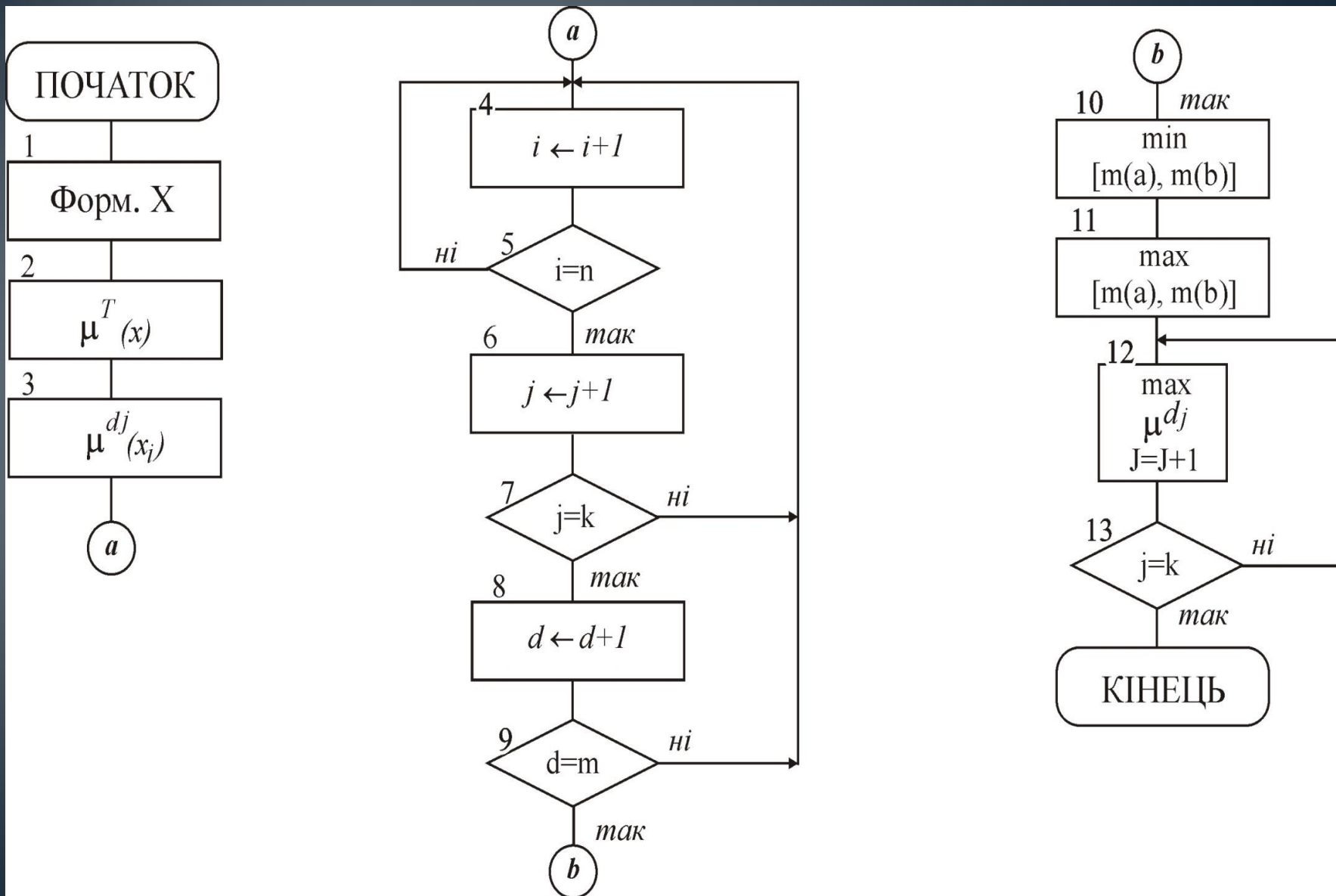
Для нечіткого терма  $T$  число  $b$  являє собою найбільш можливе значення змінної  $x$ .

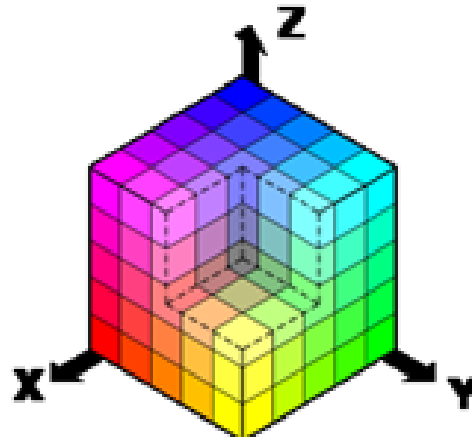
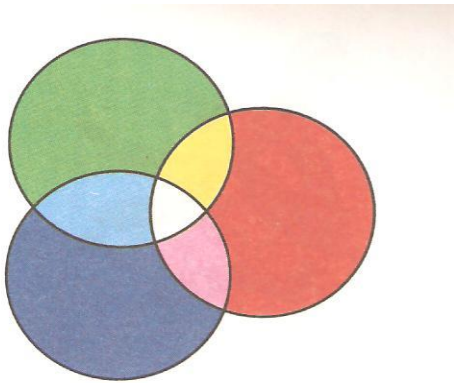


# Матрична реалізація алгоритма розпізнавання

$\mu^{11}(x_1)$	$\mu^{11}(x_2)$	...	$\mu^{11}(x_n)$	} min	} max	} max
$\mu^{12}(x_1)$	$\mu^{12}(x_2)$	...	$\mu^{12}(x_n)$	} min		
...	...	...	...			
$\mu^{1k_1}(x_1)$	$\mu^{1k_1}(x_2)$	...	$\mu^{1k_1}(x_n)$	} min		
...	...	...	...			
$\mu^{21}(x_1)$	$\mu^{21}(x_2)$	...	$\mu^{21}(x_n)$	} min	} max	
$\mu^{22}(x_1)$	$\mu^{22}(x_2)$	...	$\mu^{22}(x_n)$	} min		
...	...	...	...			
$\mu^{2k_2}(x_1)$	$\mu^{2k_2}(x_2)$	...	$\mu^{2k_2}(x_n)$	} min		
...	...	...	...			
$\mu^{m_1}(x_1)$	$\mu^{m_1}(x_2)$	...	$\mu^{m_1}(x_n)$	} min	} max	
$\mu^{m_2}(x_1)$	$\mu^{m_2}(x_2)$	...	$\mu^{m_2}(x_n)$	} min		
...	...	...	...			
$\mu^{mk_m}(x_1)$	$\mu^{mk_m}(x_2)$	...	$\mu^{mk_m}(x_n)$	} min		

# Алгоритм апроксимації





**Модель RGB (Red, Green, Blue)** - сьогодні знайшла найбільше поширення. У ній колір показано сумою інтенсивностей трьох складових кольору.

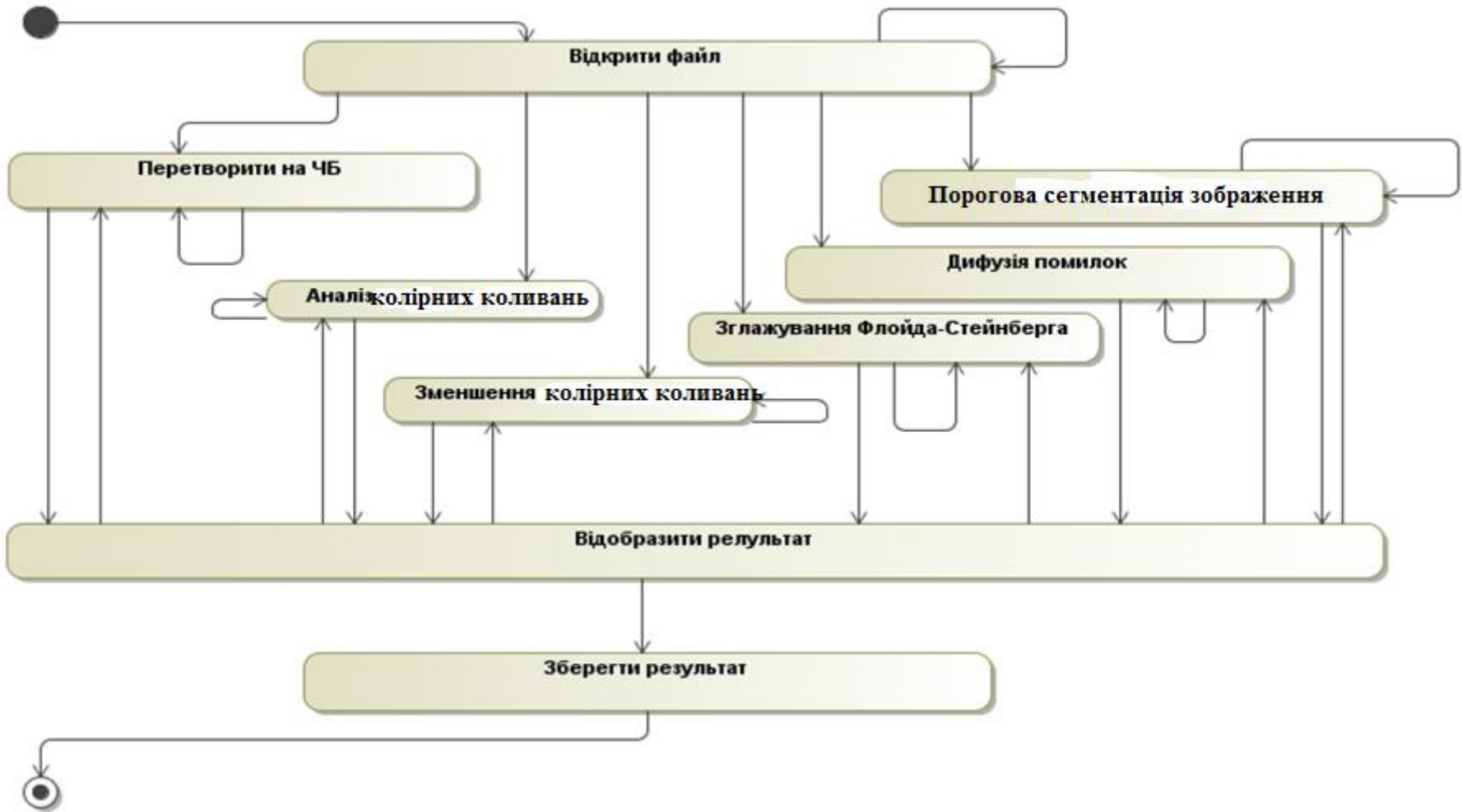
Аддитивною вона називається тому, що кольори виходять шляхом додавання (англ. addition) до чорного. Інакше кажучи, якщо колір екрану, освітленого кольоровим прожектором, позначається в RGB як  $(r_1, g_1, b_1)$ , а колір того ж екрану, освітленого іншим прожектором, -  $(r_2, g_2, b_2)$ , то при освітленні двома прожекторами колір екрану позначатиметься як  $(r_1+r_2, g_1+g_2, b_1+b_2)$ .

Модель RGB має недоліки – кольори на екрані монітора можуть відрізнитися від отриманих, існує взаємозв'язок кольорових каналів (при підвищенні яскравості в одному каналі в інших каналах яскравість зменшується). Розвитком RGB-моделі є RGBA-модель, яка враховує прозорість елементів зображення (канал Alpha).

# Обґрунтування вибору засобів розробки

Для реалізації даного проекту ми обрали IDE MS Visual Studio 2012, фреймворк . NET 4.0 і мову програмування С#. Так, як вони дозволять реалізувати проект в найбільш короткий термін часу і сконцентрувати увагу на предметній області, а не на реалізації базових функцій ПЗ.

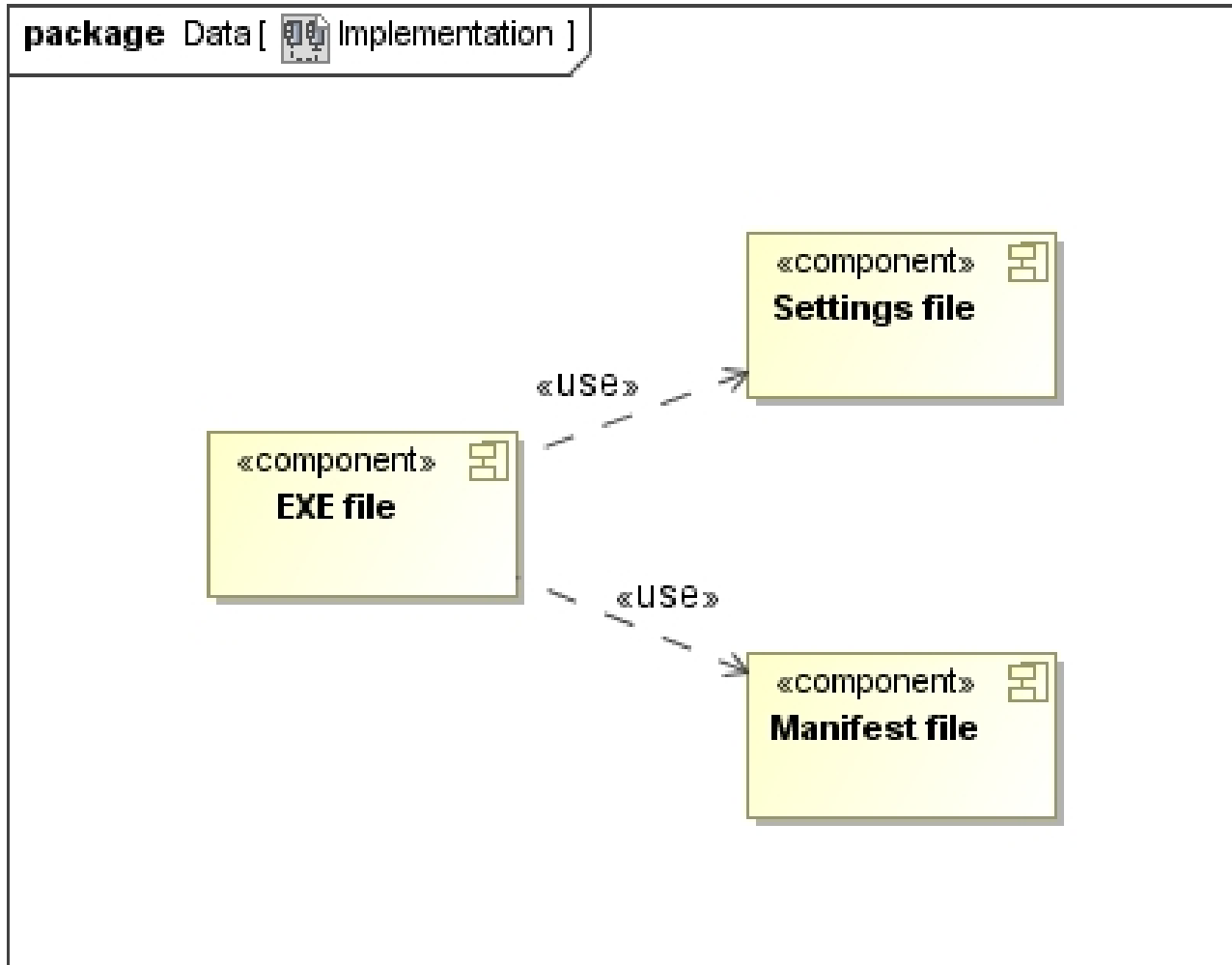
- Хороший дизайн.
- Ефективний доступ до даних. Набір компонентів. NET, відомий під загальною назвою ADO.NET, надає ефективний доступ до реляційних баз даних і широкої різноманітності інших джерел даних.
- Поділ коду. Середовище. NET повністю змінило спосіб поділу коду між додатками, ввівши концепцію збірки (assembly), яка замінила традиційні бібліотеки DLL.
- Підвищена безпека. Кожна збірка також може містити вбудовану інформацію безпеки, яка в точності описує, кому і яким категоріям користувачів або процесів які методи яких класів дозволено викликати.
- Підтримка Web-служб. . NET пропонує повністю інтегровану підтримку розробки Web-служб - все так само просто, як і створення додатків будь-якого іншого типу.



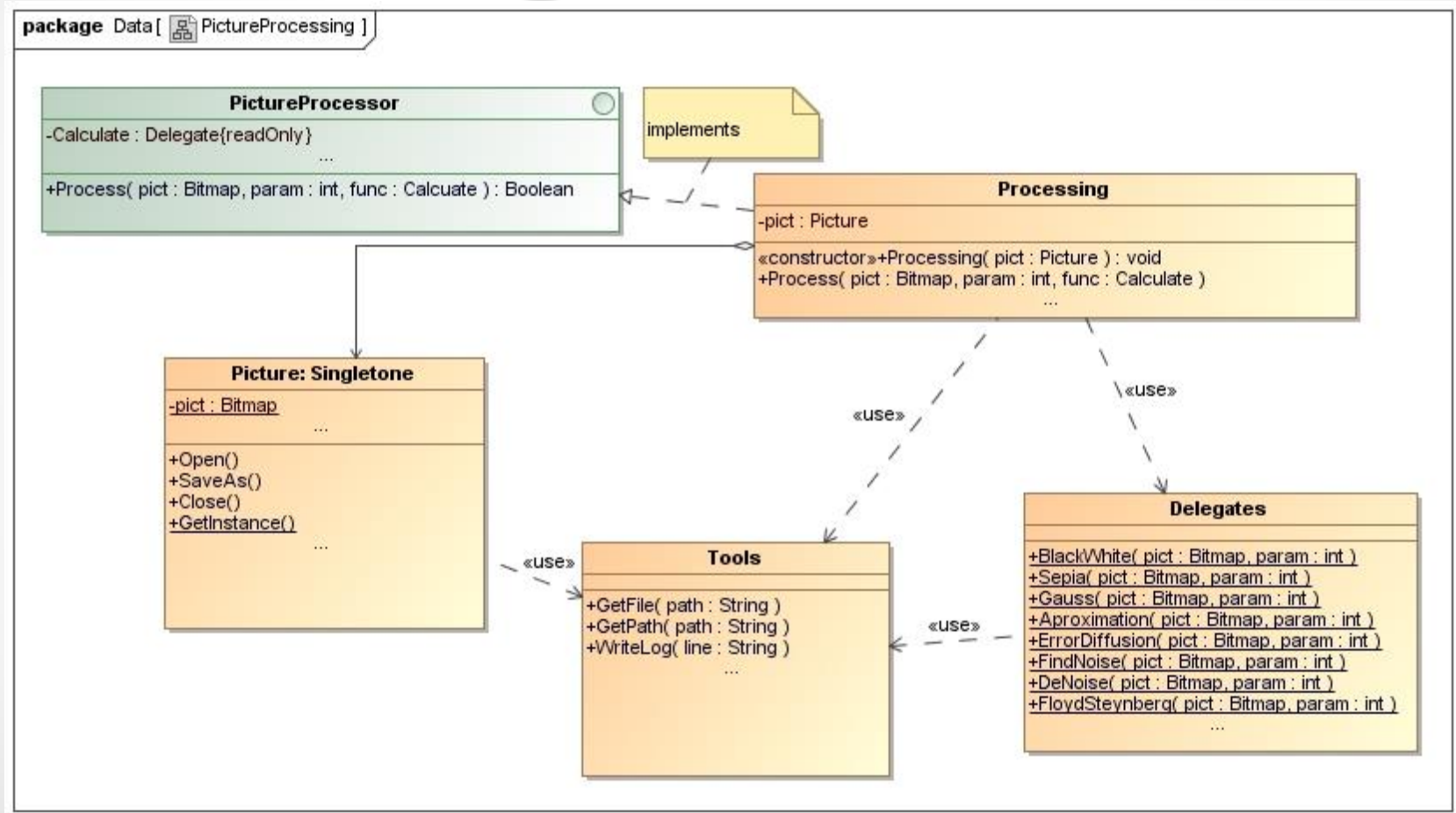
Алгоритм роботи інтелектуального модуля, що реалізує виконання задачі розпізнавання кольорів цифрових зображень



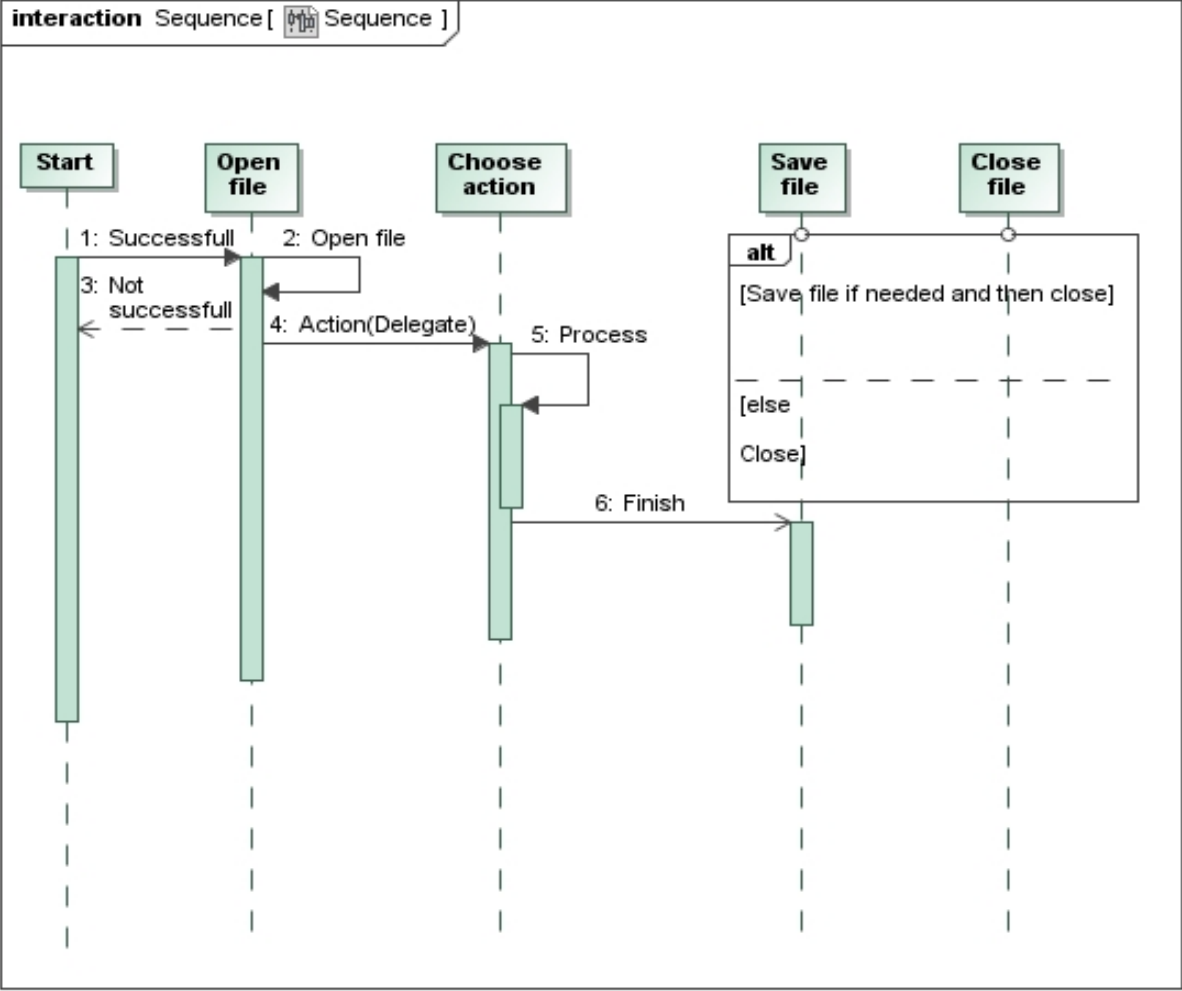
# ДІАГРАМА КОМПОНЕНТІВ



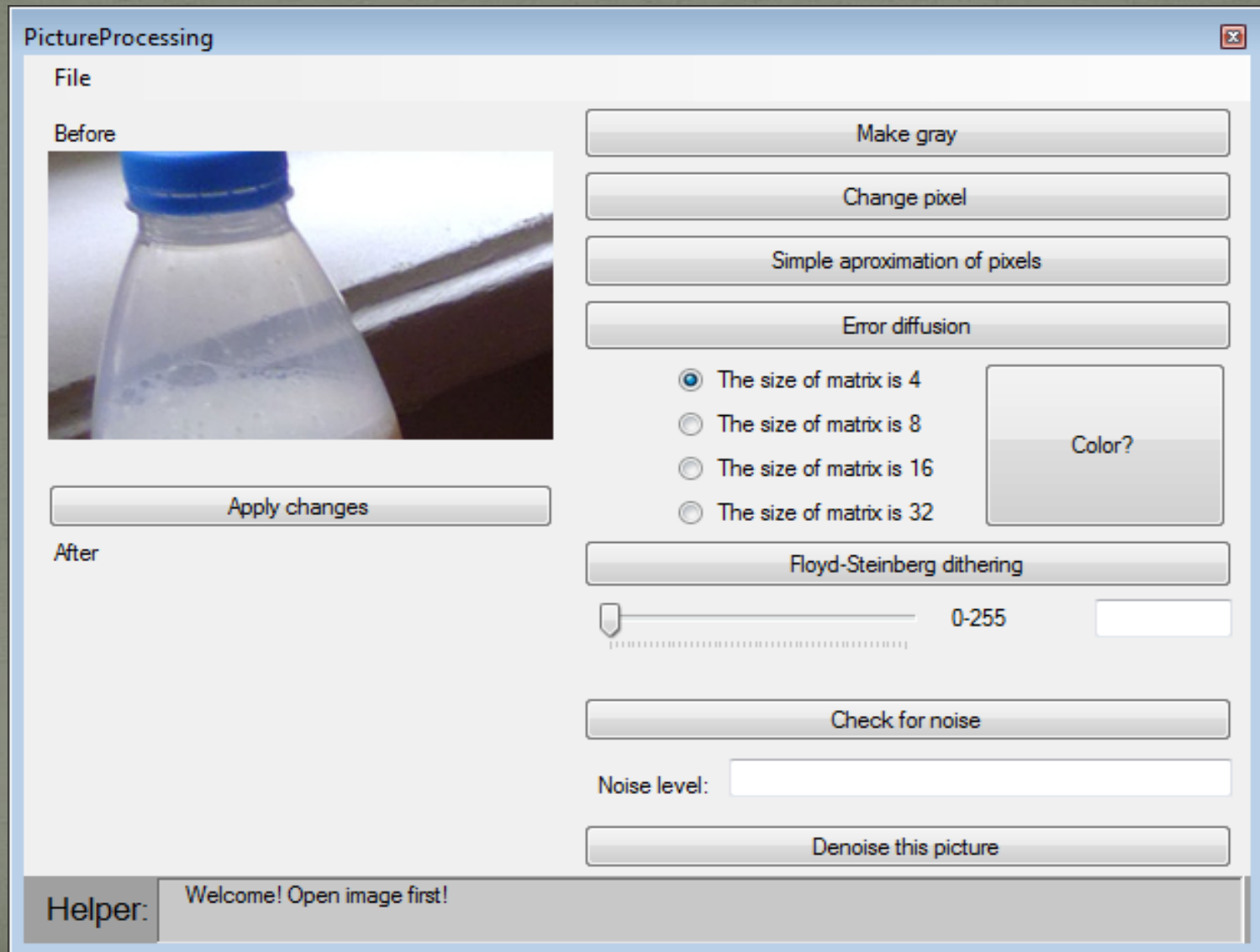
# Діаграма класів



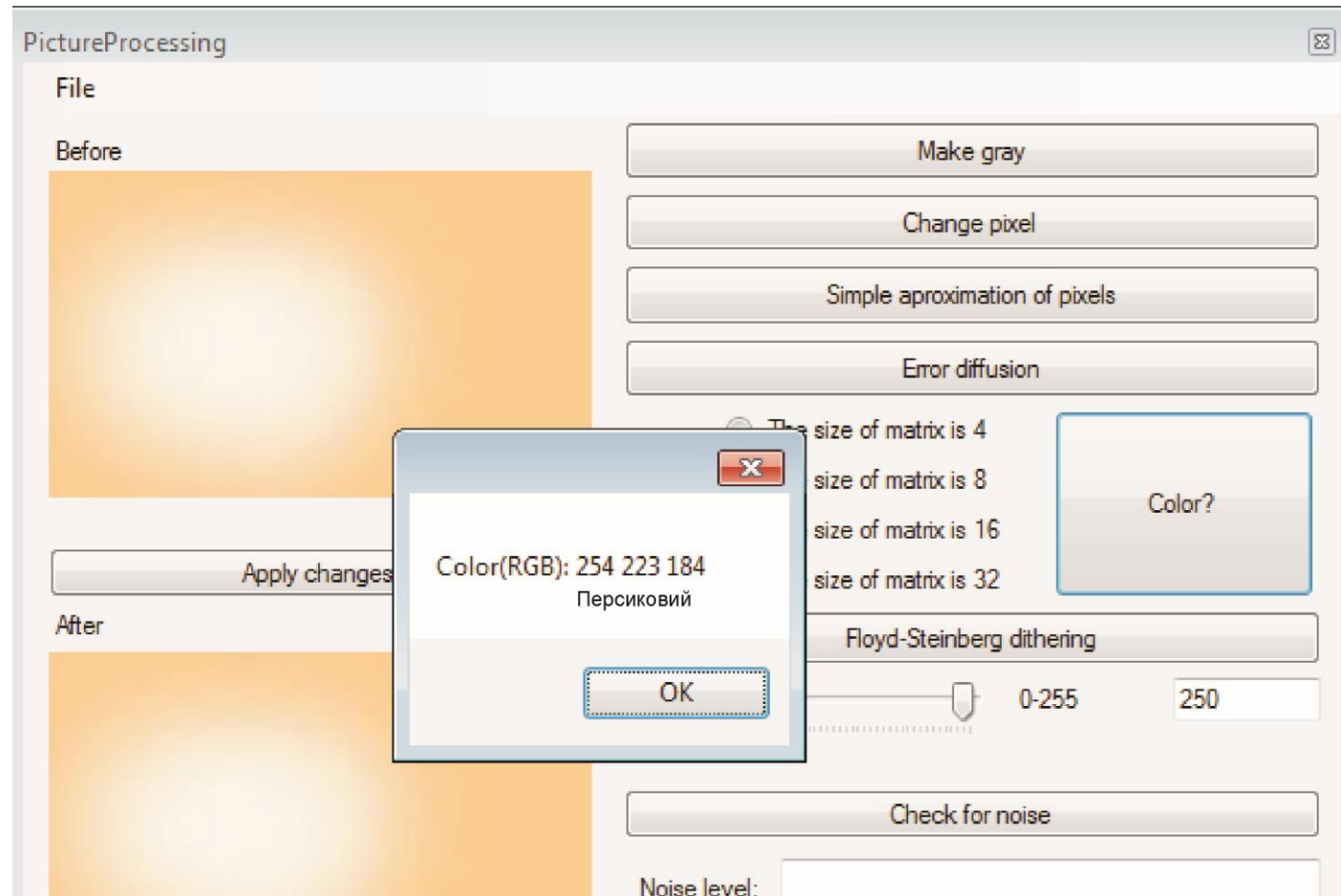
# Діаграма діяльності



# Дизайн інтерфейсу проекту



# Результати роботи програми



# ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В даному розділі було виконано оцінювання комерційного потенціалу розробки програми розпізнавання кольорових відтінків з використанням апарату нечіткої логіки. Визначено, що рівень комерційного потенціалу розробки вище середнього і випереджає аналогічні програмні продукти та є перспективною розробкою. Він має кращі функціональні показники, а тому є конкурентоспроможним товаром на ринку.

При цьому, приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство від реалізації результатів наукової розробки 319865,37 грн.

Розрахована абсолютна ефективність вкладених інвестицій в сумі 289169,96 грн. свідчить про отримання прибутку інвестором від комерціалізації програмного продукту.

Щорічна ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій складає 103 %, що вище за мінімальну бар'єрну ставку дисконтування, яка складає 39%. Це означає потенційну зацікавленість інвесторів у фінансуванні розробки.

Термін окупності вкладених у реалізацію проекту інвестицій становить 0,97 року, що також свідчить про доцільність фінансування нової розробки

# Висновки

Всі задачі поставлені перед магістерською кваліфікаційною роботою виконані в повному об'ємі, а саме:

- проаналізовано існуючі технології, методи і моделі розпізнавання та вибрано найбільш ефективні;
- формалізовано задачу розпізнавання кольорових відтінків із застосуванням апарату нечіткої логіки та інтелектуальної технології нечіткого логічного виведення;
- розроблено спеціалізовану математичну модель розпізнавання кольорових відтінків, яка на відміну від існуючих використовує єдину нечітку продукційну базу знань (включаючи формування вхідного вектора), що розширює функціональні можливості задачі розпізнавання;
- доопрацьовано інтелектуальну технологію нечіткого логічного виведення Ротштейна –Заде [13] з врахуванням специфіки задачі розпізнавання кольорових відтінків;
- розроблені алгоритми роботи програмного забезпечення для розпізнавання кольорових відтінків;
- спроектувано та реалізовано програмне забезпечення для розпізнавання кольорових відтінків.

Мета роботи – розширення функціональних можливостей розпізнавання кольорових відтінків досягається тим, що результат розпізнавання може бути одержаний не тільки у вигляді чисельних значень моделі представлення кольору, а і у вигляді лінгвістичного терму.