

**Магістерська кваліфікаційна робота на
тему:**

**Інформаційна технологія розпізнавання
відтінків кольорів**

Виконав ст. гр. 1КН-16м Марійчук С.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. Цей напрямок має безліч практичних застосувань: машинний зір для роботів, автоматичне розпізнавання рукописного тексту, біометрична ідентифікація людини по фото і відбиткам пальців, інтелектуальний пошук у базах даних зображень та інші. Одним із важливих напрямів використання задач розпізнавання є автоматичні чи автоматизовані системи розпізнавання (ідентифікації) кольорів і кольорових відтінків. Відповідно, успішне вирішення задачі розпізнавання кольорів забезпечує ефективне функціонування систем автоматизованого пошуку, дизайну, стискування інформації та інших. Тому дослідження по цій темі вважаю актуальними.

Мета та завдання дослідження

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;
- розробити нову інформаційну технологію розпізнавання відтінків кольорів, що базується на поєднанні класичних методів сегментації з апаратом нечіткої логіки та нечітких множин;
- формалізувати задачу розпізнавання кольорових відтінків із застосуванням апарату нечіткої логіки та інтелектуальної технології нечіткого логічного виведення;
- розробити спеціалізовану математичну модель розпізнавання кольорових відтінків, що базується на представленні кольорового відтінка у вигляді нечіткої множини;
- 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;
- виконати задачі економічного розділу.

Об'єкт дослідження – це процес розпізнавання кольорових відтінків.

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

Як методи дослідження в роботі застосовано теорію нечітких множин (нечіткі рівняння, нечітка логіка), продукційна база знань, нечітке логічне виведення.

Наукова новизна одержаних результатів
полягає в наступному:

- задача розпізнавання кольорових відтінків вперше формалізована на основі апарату нечіткої логіки та нечітких множин;
- розроблена інформаційна технологія розпізнавання відтінків кольорів, що базується на поєднанні класичних методів сегментації з апаратом нечіткої логіки та нечітких множин;
- розроблена спеціалізована математична модель розпізнавання кольорових відтінків, що базується на представленні кольорового відтінка у вигляді нечіткої множини.

Практичне значення одержаних результатів полягає у наступному:

- розроблено алгоритми нечіткого логічного виведення результатів розпізнавання відтінків кольорів;
- реалізовано експериментальний програмний засіб;
- розроблені алгоритми можуть бути впроваджені в початковий процес у якості лекції на тему «Розпізнавання відтінків кольорів» з дисципліни «Комп'ютерна графіка»

Особистий внесок магістранта

- . Усі результати отримано автором самостійно. У працях, опублікованих у співавторстві, магістранту належать:
- [1] – інформаційна технологія розпізнавання відтінків кольорів;
- [2] - спеціалізована математична модель розпізнавання кольорових відтінків, що базується на представленні кольорового відтінка у вигляді нечіткої множини

- **Апробація результатів роботи.** Результати досліджень апробовано в доповіді на міжнародній науково-практичній конференції «ІТІ-2017», та щорічній регіональній науково-практичній конференції «ВНТУ-2017»
- **Публікації.** За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 стаття в збірнику праць «ІТІ-2017» [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	Голубовато-серый цвет	Camouflage green	Хаки
Alice Blue	Синий Элис [Рузвельт Лонгворт]	Beige	Беж, бежевый	Canonical aubergine	Баклажановый Canonical ^{[2][3][4]}
Alizarin Crimson	Ализариновый красный	Bistre	Бистр	Cardinal	Тёмно-красный, кардинал
Almond	Миндаль Крайола	Bittersweet	Горькая радость	Carmine	Карминово-красный
Amaranth	Амарантовый	Black	Чёрный	Carrot	Морковный
Amber	Янтарный	Blond	Белокурый	Celadon	Селадоновый
American Rose	Американская роза	Blue	Синий	Cerise	Светлая вишня
Amethyst	Аметистовый	Bondi Blue	Вода пляжа Бонди	Cerulean	Лазурный
Anti-flash White	Матовый белый	Boston University Red	Красный Университета Бостона	Cerulean blue	Лазурно-синий
Antique White	Античный белый	Brass	Латунный	Chartreuse	Салатовый цвет, шартрез

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.

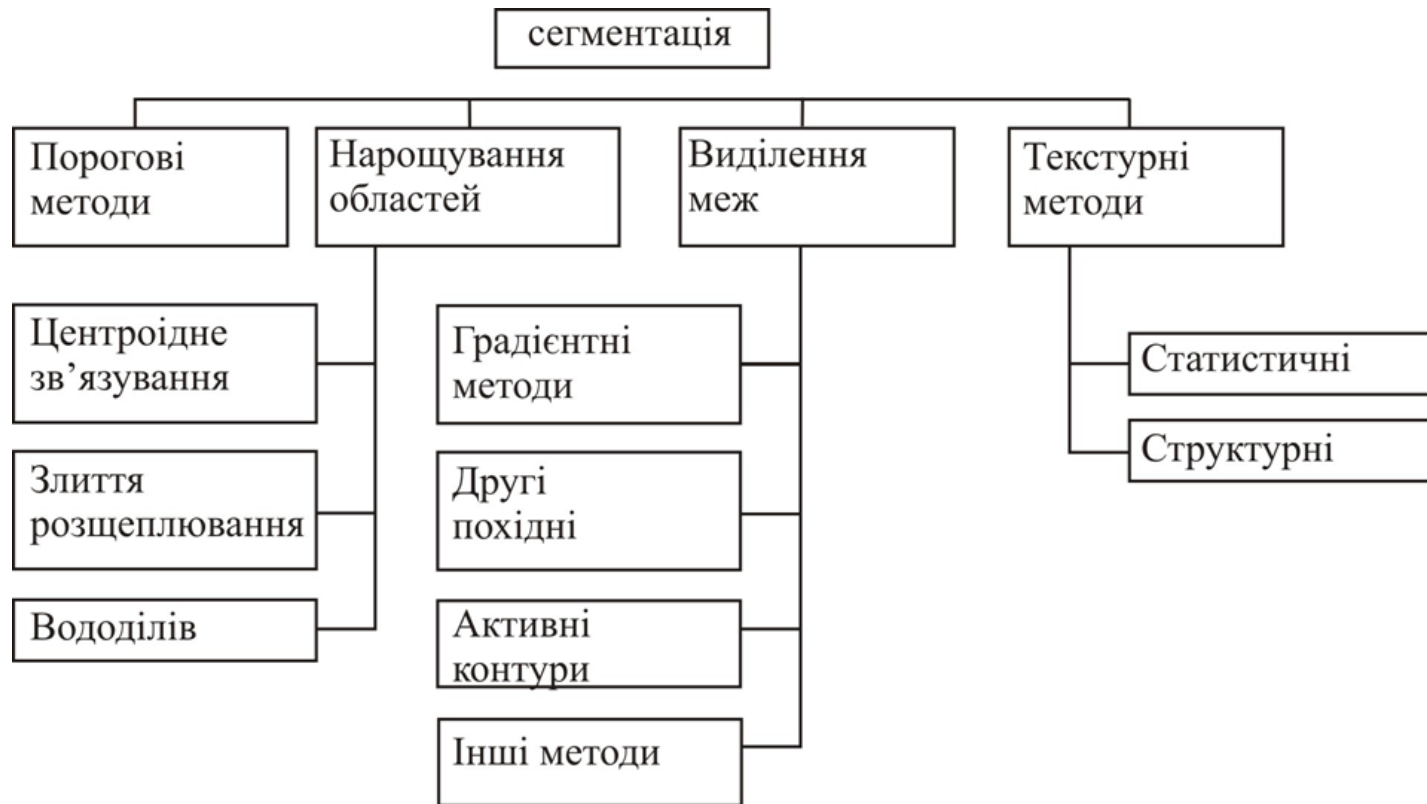
Noise Ninja відмінною рисою цього модуля є те, що з його допомогою можна створювати політику параметрів, які будуть автоматично використовувати профілі настроювань, відповідно складеним раніше користувацьким правилам.

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

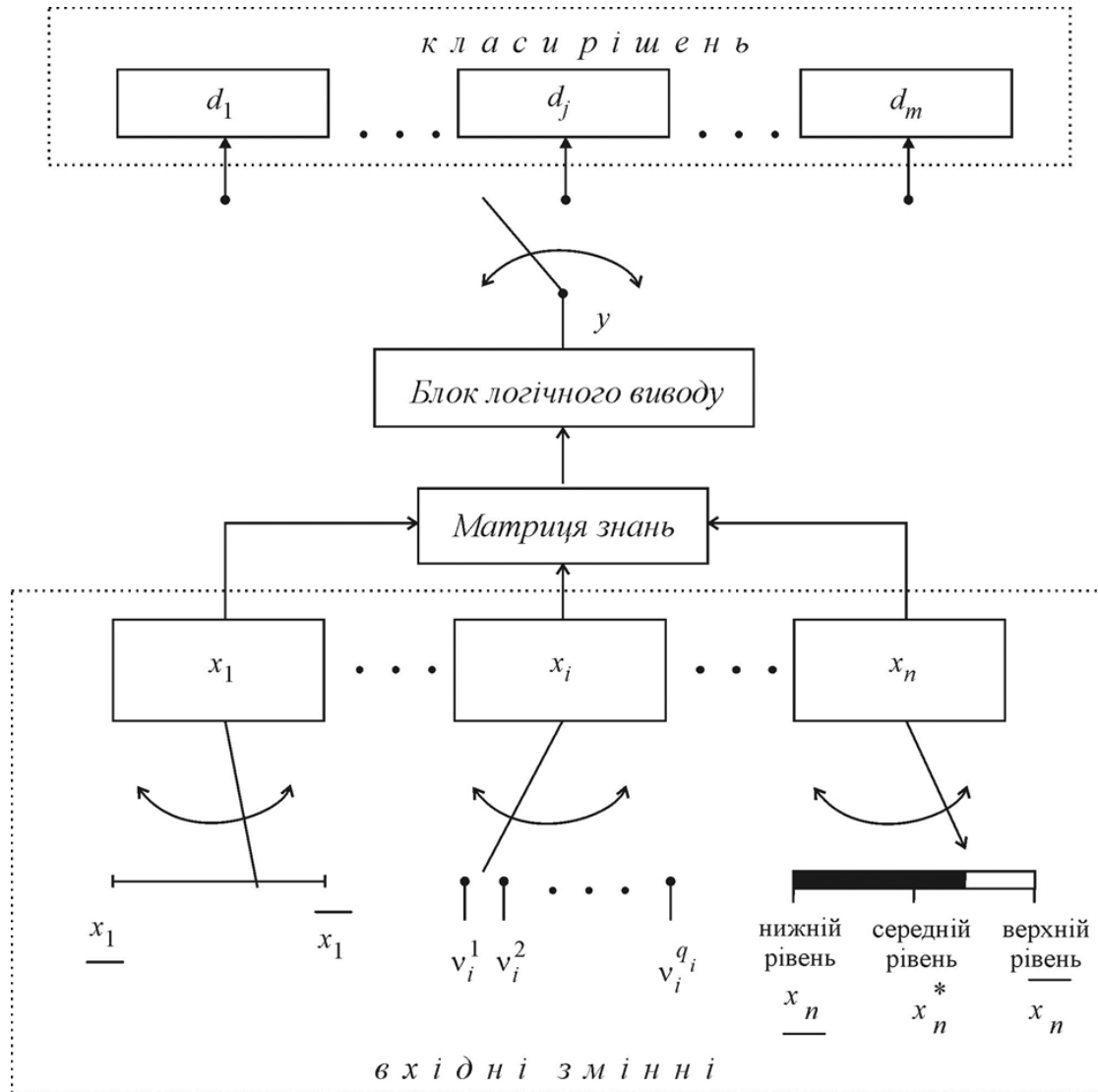
Загальна класифікація методів розпізнавання зображень



Методи сегментації



Модель прийняття рішень в задачі розпізнавання відтінків кольору



Застосування апарату нечіткої логіки до задачі розпізнавання кольорових відтінків

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 комбінації значень	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 ₁					
...					
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 _j					
...					
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 _m					

$A_i = \{a_i^1, a_i^2, \dots, a_i^{l_i}\}$ – 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 $y = d_m$

Перехід від бази знань до нечітких рівнянь

$$\begin{aligned}\mu^{d_1}(x_1, x_2, \dots, x_n) &= \mu^{a_1^{11}}(x_1) \wedge \mu^{a_2^{11}}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{a_n^{11}}(x_n) \vee \\ &\vee \mu^{a_1^{12}}(x_1) \wedge \mu^{a_2^{12}}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{a_n^{12}}(x_n) \vee \dots \\ &\dots \vee \mu^{a_1^{1k_1}}(x_1) \wedge \mu^{a_2^{1k_1}}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{a_n^{1k_1}}(x_n),\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu^{d_2}(x_1, x_2, \dots, x_n) &= \mu^{a_1^{21}}(x_1) \wedge \mu^{a_2^{21}}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{a_n^{21}}(x_n) \vee \\ &\vee \mu^{a_1^{22}}(x_1) \wedge \mu^{a_2^{22}}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{a_n^{22}}(x_n) \vee \dots \\ &\dots \vee \mu^{a_1^{2k_2}}(x_1) \wedge \mu^{a_2^{2k_2}}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{a_n^{2k_2}}(x_n),\end{aligned}$$

...

$$\begin{aligned}\mu^{d_m}(x_1, x_2, \dots, x_n) &= \mu^{a_1^{m1}}(x_1) \wedge \mu^{a_2^{m1}}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{a_n^{m1}}(x_n) \vee \\ &\vee \mu^{a_1^{m2}}(x_1) \wedge \mu^{a_2^{m2}}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{a_n^{m2}}(x_n) \vee \dots \\ &\dots \vee \mu^{a_1^{mk_m}}(x_1) \wedge \mu^{a_2^{mk_m}}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{a_n^{mk_m}}(x_n),\end{aligned}$$

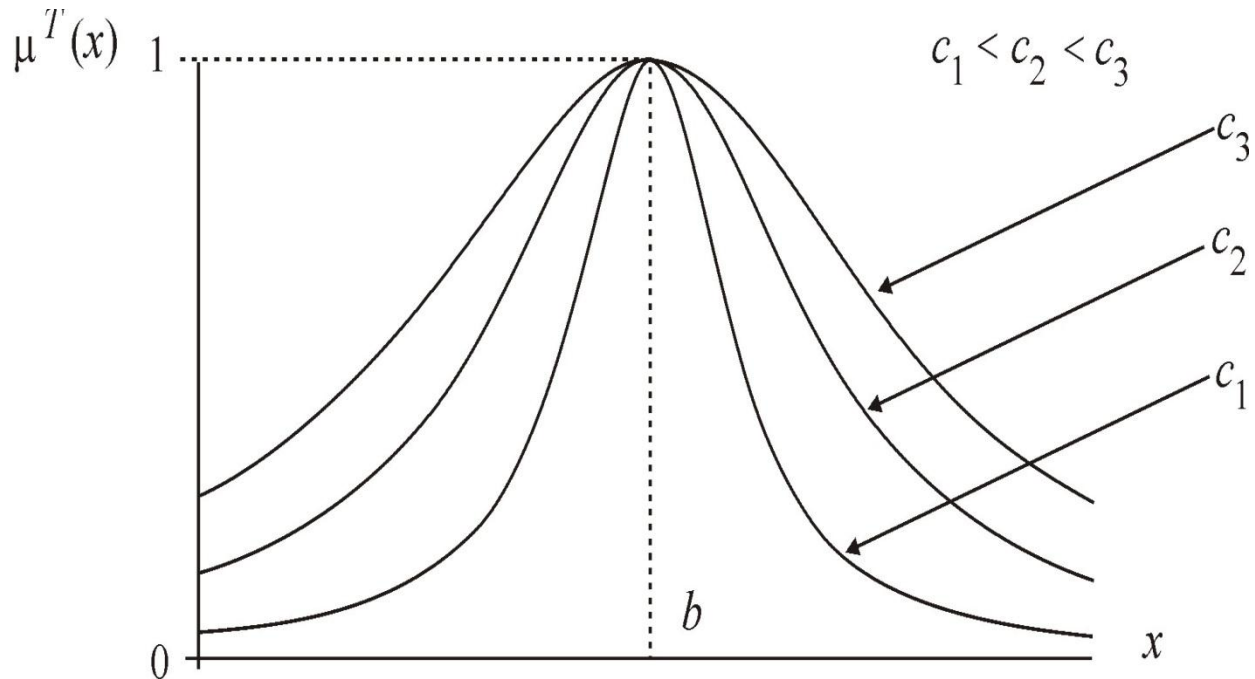
Функції належності:

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

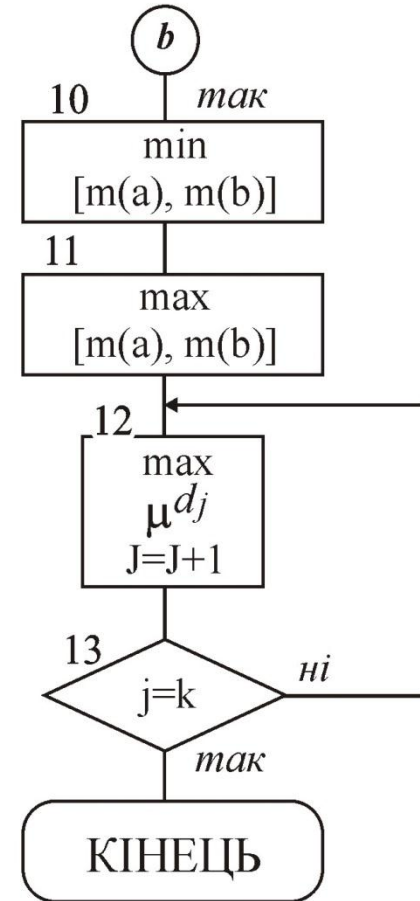
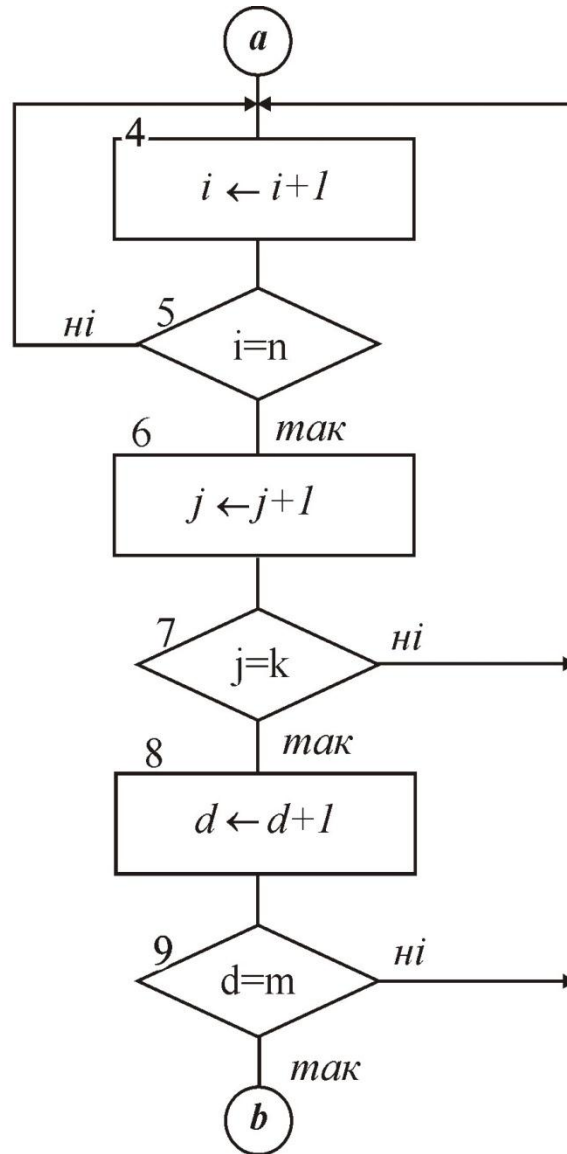
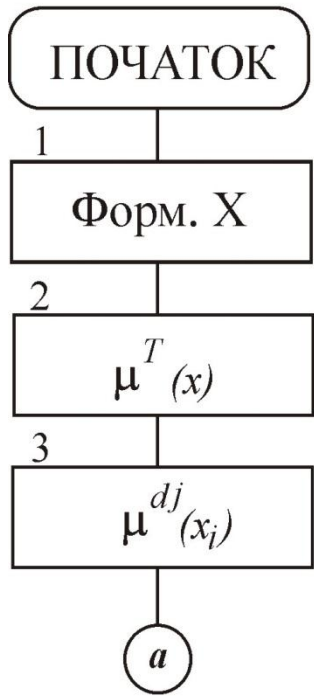
Для нечіткого терма T число b являє собою найбільш можливе значення змінної x .

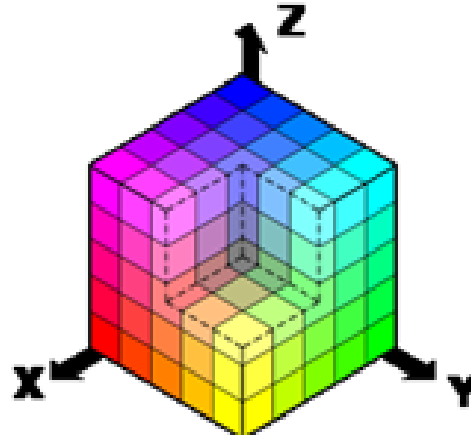
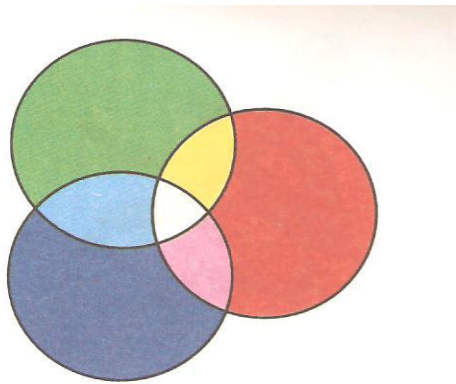


Матрична реалізація алгоритма розпізнавання

$\mu^{11}(x_1)$	$\mu^{11}(x_2)$...	$\mu^{11}(x_n)$	} 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 виведення рішення





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

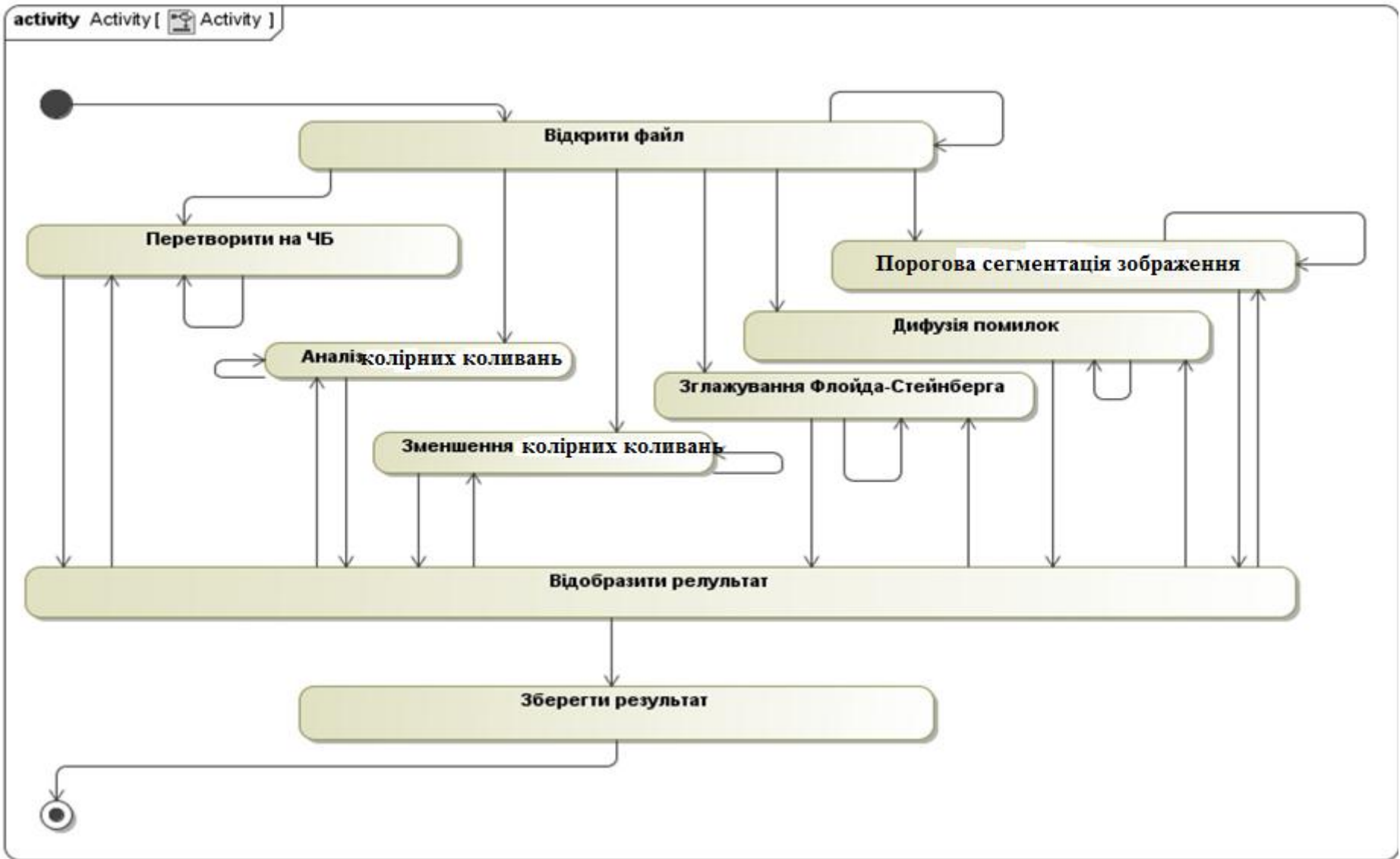
Аддитивною вона називається тому, що кольори виходять шляхом додавання (англ. addition) до чорного. Інакше кажучи, якщо колір екрану, освітленого кольоровим прожектором, позначається в RGB як (r_1, g_1, b_1) , а колір того ж екрану, освітленого іншим прожектором, - (r_2, g_2, b_2) , то при освітленні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

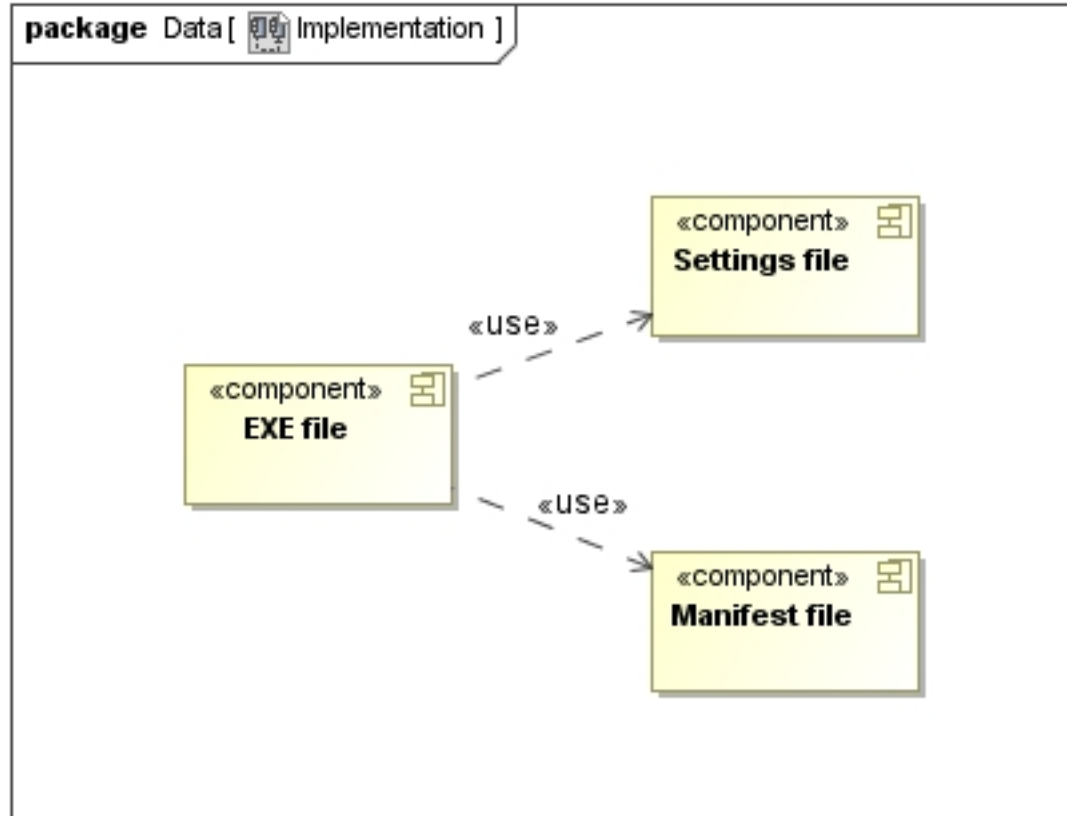
Для реалізації даного проекту ми обрали IDE MS Visual Studio 2012, фреймворк . NET 4.0 і мову програмування С#. Так, як вони дозволять реалізувати проект в найбільш короткий термін часу і сконцентрувати увагу на предметній області, а не на реалізації базових функцій ПЗ.

- 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.

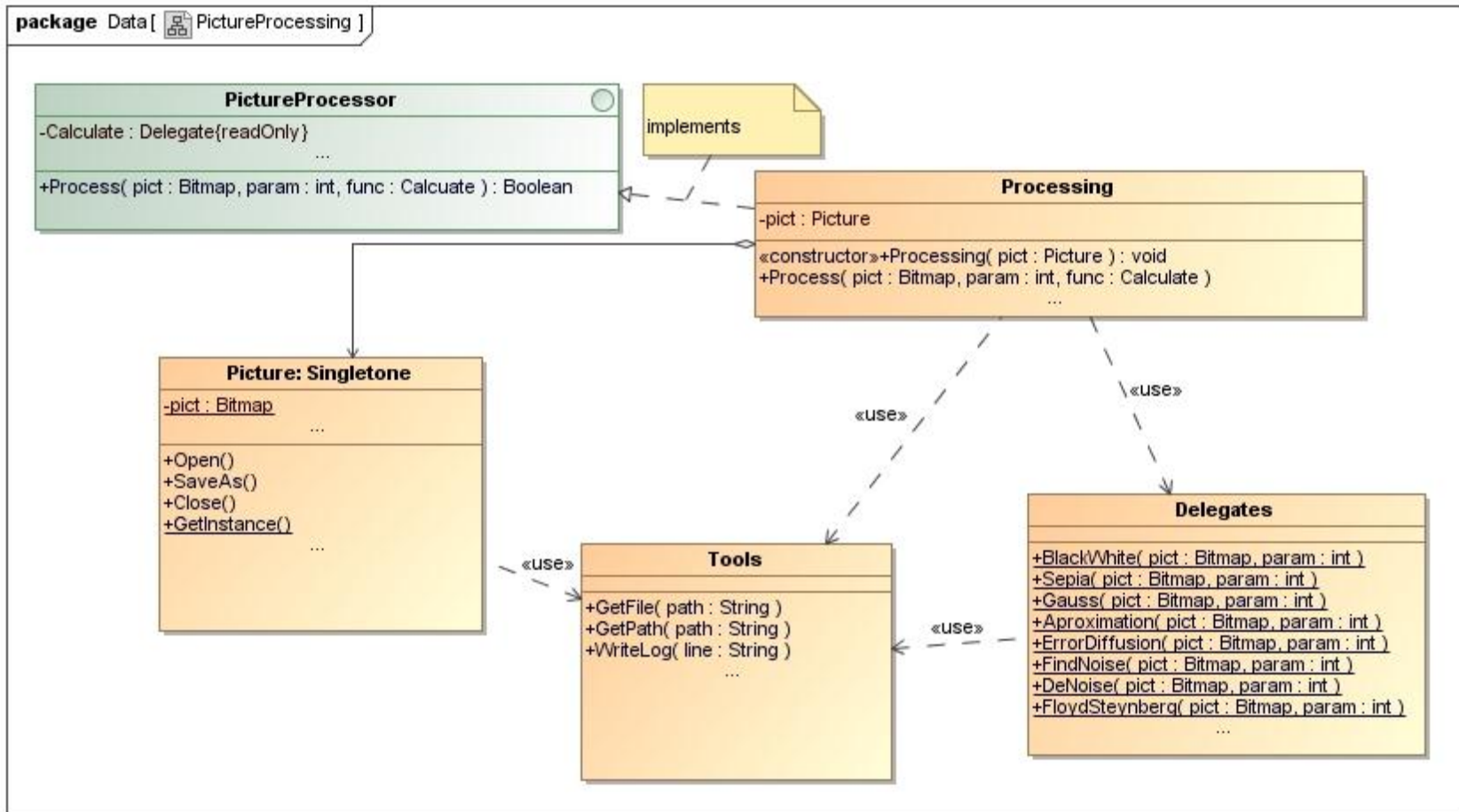


Алгоритм роботи модуля, що реалізує виконання задачі розпізнавання кольорів цифрових зображень

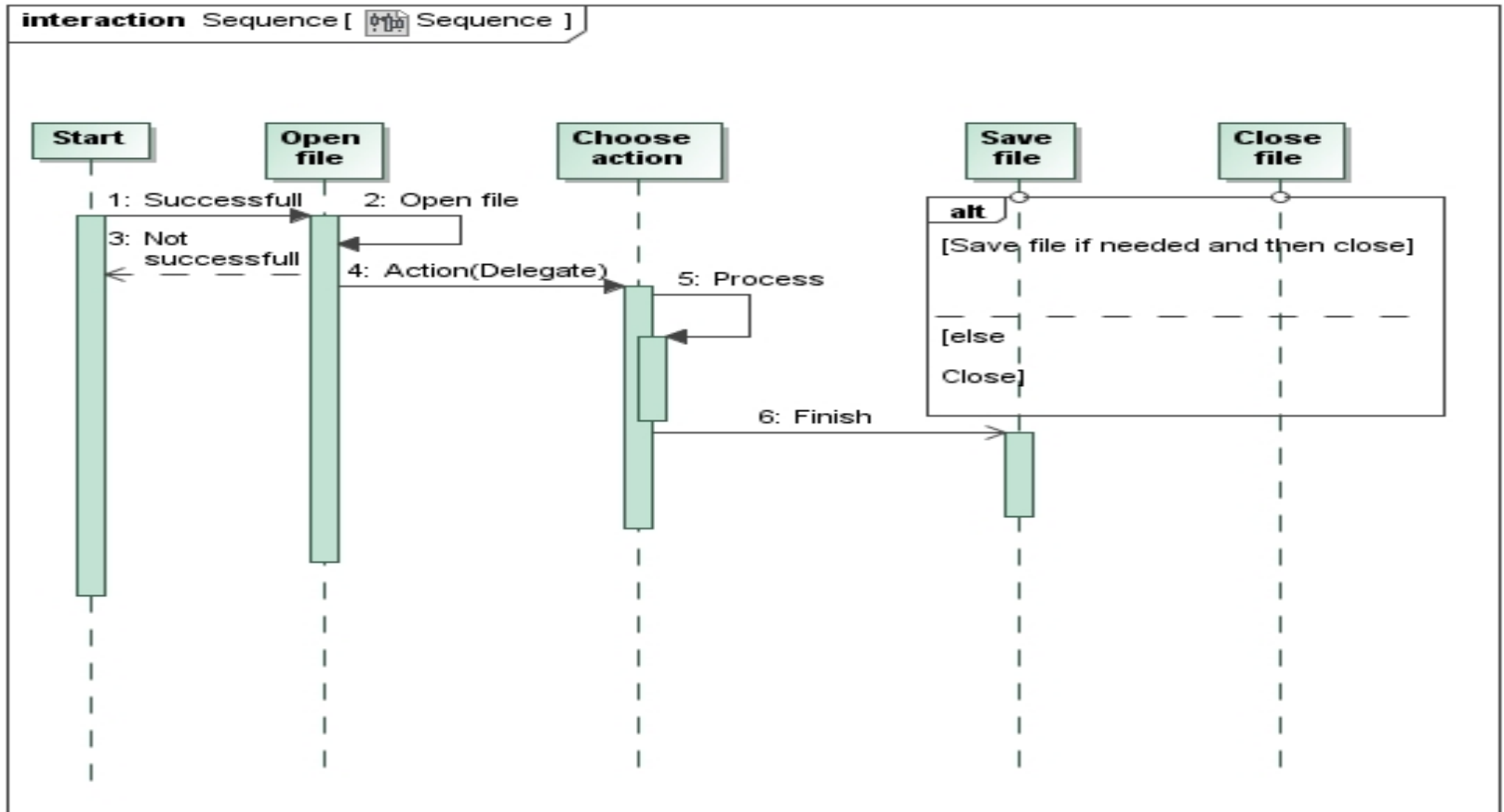
Діаграма компонентів



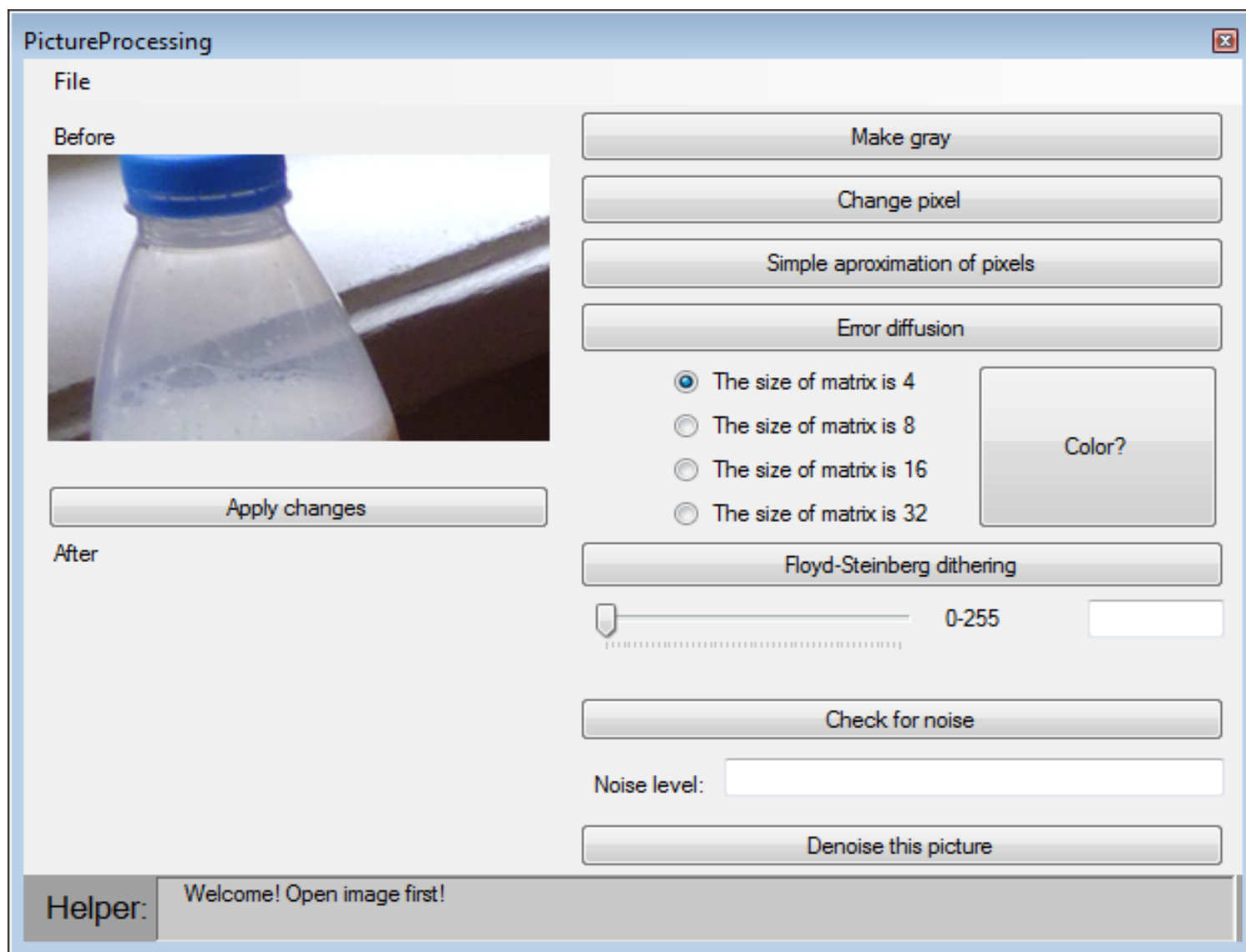
Діаграма класів



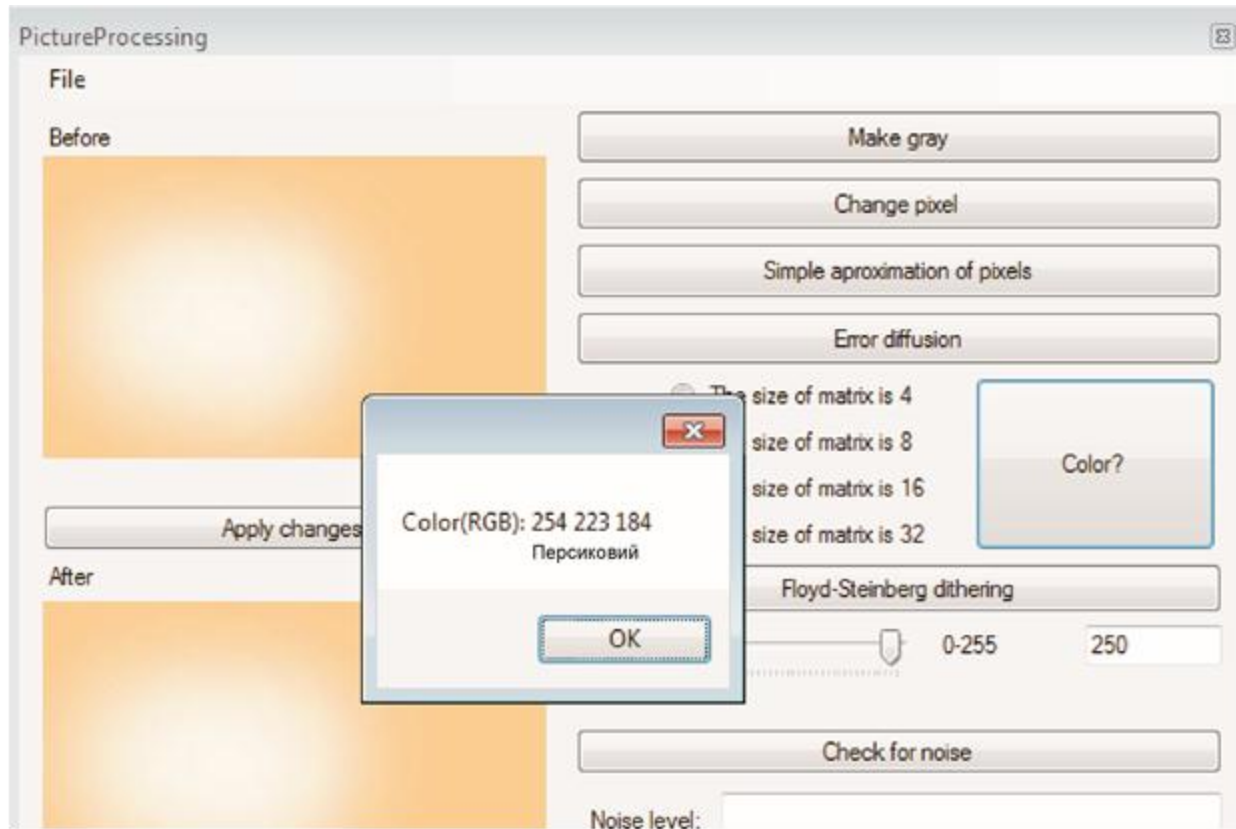
Діаграма діяльності



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;
- розроблено нову інформаційну технологію розпізнавання відтінків кольорів, що базується на поєднанні класичних методів сегментації з апаратом нечіткої логіки та нечітких множин;
- формалізовано задачу розпізнавання кольорових відтінків із застосуванням апарату нечіткої логіки та інтелектуальної технології нечіткого логічного виведення;
- розроблено спеціалізовану математичну модель розпізнавання кольорових відтінків, що базується на представленні кольорового відтінка у вигляді нечіткої множини;
- доопрацьовано інтелектуальну технологію нечіткого логічного виведення Ротштейна – Заде з врахуванням специфіки задачі розпізнавання кольорових відтінків;
- розроблено алгоритми роботи програмного забезпечення для розпізнавання кольорових відтінків;
- спроектовано та реалізовано програмне забезпечення для розпізнавання кольорових відтінків;
- розглянуто питання економічного характеру.

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.

По результатам дослідження економічної частини встановлено, що інноваційна розробка є кращою за аналог, оскільки за показниками якості вона перевищує технічні характеристики аналога майже у 1,2 рази, а за показником конкурентоспроможності на 68 %.