

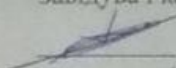
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Приладобудівний факультет
Виробництва приладів

«На правах рукопису»
УДК 621.941:519.67

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

 В. В. Шевченко

«14» 12 2018 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» («Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва приладів»)

на тему: «Система проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів»

Виконав:

студент II курсу, групи ПБ-71мп
Муха Роман Юрійович

Керівник:


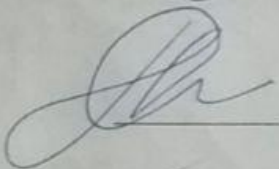


професор, доктор технічних наук,
Антонюк В. С.

Консультант з розроблення стартап-проекту:

к.е.н., доцент,
Бояринова К. О.

Рецензент:

д.т.н., професор
Киричук Ю. В.





Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

Київ – 2018 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Приладобудівний факультет

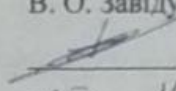
Виробництва приладів

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (спеціалізація) – 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» («Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва приладів»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. О. Завідувача кафедри

 В. В. Шевченко

«05» 11 2018 р.

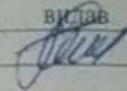

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Муха Роман Юрійович

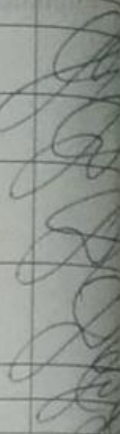
1. Тема дисертації «Система проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів», науковий керівник дисертації Антонюк Віктор Степанович, професор, доктор технічних наук, затверджені наказом по університету від «05» листопада 2018 р. № 4078-С
2. Термін подання студентом дисертації: 10.12.2018р
3. Об'єкт дослідження: проектування технологічних процесів.
4. Предмет дослідження: методи розпізнавання образів.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: 1) провести аналіз літературних джерел та інформації щодо застосування методів розпізнавання образів; 2) створення алгоритму розпізнавання образів для проектування технологічного процесу;
3) розробка системи проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів.
6. Орієнтовний перелік графічного матеріалу: блок-схема програми
7. Орієнтовний перелік публікацій: наукова стаття у Всеукраїнській науково-практичній конференції.

8. Консультанти розділів дисертації

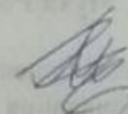
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Стартап-проект	Бояринова К. О., к.е.н., доцент		

9. Дата видачі завдання _____

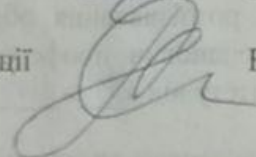
Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Приміт
1	Огляд літературних джерел	01.03.18 – 01.05.18	
2	Аналіз методів проектування технологічного процесу	01.05.18 – 01.06.18	
3	Виконати аналіз існуючих методів розпізнавання образів	8.09.18 - 25.10.18	
5	Створення алгоритму розпізнавання образів для проектування технологічного процесу	25.09.18 - 25.10.18	
6	Розробка системи проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів.	25.10.18 – 20.11.18	
7	Розробка стартап-проекту	20.11.18 – 06.12.18	
8	Підготовка до захисту	06.12.18 – 11.12.18	

Студент

 Р. Ю. Муха

Науковий керівник дисертації

 В. С. Антонюк

Анотація

Головною метою магістерської дисертації є розробка системи проектування технологічних процесів токарної обробки на основі розпізнавання образів.

В даній роботі проведено аналіз літературних джерел з розробки технологічних процесів виготовлення деталей, методів проектування технологічних процесів, теорії розпізнавання образів та виконано класифікацію системи розпізнавання образів. Зроблено огляд задач які виконуються за допомогою розпізнавання образів.

Розглянуто розпізнавання образів як інструмент для проектування технологічного процесу токарної обробки, методи та засоби розпізнавання. Виконано формалізацію процесу кластерного аналізу та створено алгоритм розпізнавання образів.

Побудовано структурну схему системи розпізнавання образів та її інформаційну модель. Виконано алгоритмічну реалізацію проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів.

Розроблено систему проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів та рекомендації з її використання.

Розроблено стартап-проект де є загальний опис ідеї проекту та здійснено її технологічний аудит. Проаналізовано ринкові можливостей запуску стартап проекту, а також розроблено ринкову та маркетингову програму стартап-проекту.

The annotation

The main aim of the master's dissertation is to develop a system for designing technological processes based on image recognition.

In the given work the analysis of literary sources on working out of technological processes of manufacturing of details, methods of designing of technological processes, the theory of pattern recognition and the classification of the system of pattern recognition was performed. An overview of the tasks performed by pattern recognition is made.

The pattern recognition is considered as a tool for designing the turning processing process, methods and means of recognition. The formalization of the cluster analysis process was performed and an algorithm for image recognition was created.

Structural scheme of the pattern recognition system and its information model have been constructed. The algorithmic realization of the design of the technological process of turning processing on the basis of image recognition is executed.

The system of designing the technological process of turning processing on the basis of pattern recognition and recommendations for its use are developed.

A startup project is developed where there is a general description of the project idea and its technological audit. The market startup possibilities of the project were analyzed, and the market and marketing program of the startup project was developed.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ	8
1.1. Розробка технологічних процесів виготовлення деталей.....	8
1.2. Методи проектування технологічного процесу.....	11
1.3. Аналіз теорії розпізнавання образів.....	13
1.4. Класифікація системи розпізнавання образів	20
1.5. Огляд задач розпізнавання образів і їх характеристика.....	21
Висновки до розділу 1	21
Постановка задачі досліджень	21
РОЗДІЛ 2 РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ ..	22
2.1. Методи розпізнавання образів.....	22
2.2. Засоби розпізнавання образів	255
2.3. Формалізація процесу кластерного аналізу	25
2.4. Алгоритм розпізнавання образів	250
Висновки до розділу 2	32
РОЗДІЛ 3. СИСТЕМА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ НА ОСНОВІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ.....	33
3.1. Структурна схема системи розпізнавання образів	33
3.2. Інформаційна модель технологічного процесу	34
3.3. Математична модель параметрів технологічного процесу	35
3.4. Алгоритмічна реалізація створеної математичної моделі технологічного процесу	37
Висновки до розділу 3	38
РОЗДІЛ 4. ЗАСТОСУВАННЯ НА ПРАКТИЦІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ЯК ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ.....	39
4.1. Програмна реалізація алгоритму проектування технологічних процесів токарної обробки деталі на основі розпізнавання образів.....	39

4.2. Рекомендації з використання розпізнавання образів для проектування технологічного процесу токарної обробки.....	44
Висновки до розділу 4	45
Розділ 5. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ «СИСТЕМА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ НА ОСНОВІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ»	46
5.1. Опис ідеї проекту	46
5.2. Технологічний аудит ідеї проекту.....	48
5.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту	49
5.4. Розроблення ринкової стратегії проекту	54
5.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	56
Висновки до розділу 5	58
Загальні Висновки	60
Список використаної літератури	61
Додатки	

Перелік умовних скорочень

ТП – технологічний процес;

КА – кластерний аналіз;

ТРО – теорія розпізнавання образів;

ЧПК – числовий пристрій керування;

ЕОМ – електронна обчислювальна машина.

ВСТУП

Актуальність.

Вимоги до приладобудування є створення високопродуктивних приладів і устаткування, зменшення складності виготовлення продукції, зменшення вартості, а також введення на виробництво більш оптимальних технологічних процесів за рахунок використання засобів автоматизації та механізації.

Однією з проблем приладобудування при виготовленні приладів та механізмів є наявність великої кількості різноманітних деталей, що ускладнює задачі технологічної підготовки виробництва.

Сучасний підхід до проектування технологічних процесів вимагає застосування новітніх методів оброблення інформації.

Для цього застосовуються методи, що базуються на розпізнаванні образів, які дозволяють вирішити такі задачі: ідентифікацію, кластеризацію, класифікацію процесів, явищ чи сигналів тощо.

Використання при проектуванні технологічних процесів виготовлення деталей, методів розпізнавання образів підвищує ефективність розробки технологічних процесів, зменшує матеріальні та часові витрати.

Системи розпізнавання образів вже існують, проте вони входять до складу більш великих систем і для вирішення більш конкретних задач дані системи не підходять.

Тому актуальним є створення системи розпізнавання образів як інструмент для проектування технологічного процесу токарної обробки для вирішення задач технологічної підготовки виробництва.

Питанням теорії розпізнавання образів присвячено ряд робіт вітчизняних і закордонних авторів, серед яких потрібно відмітити роботи С. П. Вислоух В. А. С. Довбиш, І. В. Шелехов, Девід А. Форсайт, Джин Понс, Джордж Стокман, Лінда Шапіро. та ін.

Мета роботи є розробка системи проектування технологічних процесів токарної обробки на основі розпізнавання образів.

Об'єкт дослідження: Проектування технологічних процесів.

Предмет дослідження: Методи розпізнавання образів.

Завданням дослідження є:

1. Аналіз літературних джерел та інформації щодо застосування методів розпізнавання образів.
2. Створення алгоритму розпізнавання образів для проектування технологічного процесу токарної обробки.
3. Розробка системи проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів.

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Запропоновано методіку проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів.
2. Створено алгоритм розпізнавання образів для проектування технологічного процесу токарної обробки.

Практичне значення одержаних результатів.

1. Розроблено програмний продукт проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів.

Розроблено рекомендації щодо проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Розробка технологічних процесів виготовлення деталей

Головним розділом в технологічній підготовці виробництва є розробка технологічних процесів, який повинен забезпечити підвищення продуктивності праці, зменшення трудових і матеріальних витрат, а також зменшення шкідливого впливу на оточуюче середовище, бути прогресивним.

Технологічний процес розробляють на базі групового чи типового технологічного процесу. Формують технологічний код, а за ним виріб відносять до класифікаційної групи з відповідним для неї технологічним процесом. Якщо відповідна класифікаційна група відсутня, технологічний процес розробляють як одиничний [1].

Важливим етапом під час розробки технологічного процесу є нормування. До нормування можна віднести:

- обґрунтування виконуючих професій для виконання операцій і визначення розряду робіт в залежності від їх складності;
- розрахунок і нормування праці;
- розрахунок норми витрати матеріалів [1].

На завершальному етапі вибирають оптимальний варіант технологічного процесу і розраховують його економічну ефективність на основі існуючих методик.

При розробці технологічних процесів виникає потреба у вихідній інформації, яка представлена на рисунку 1.

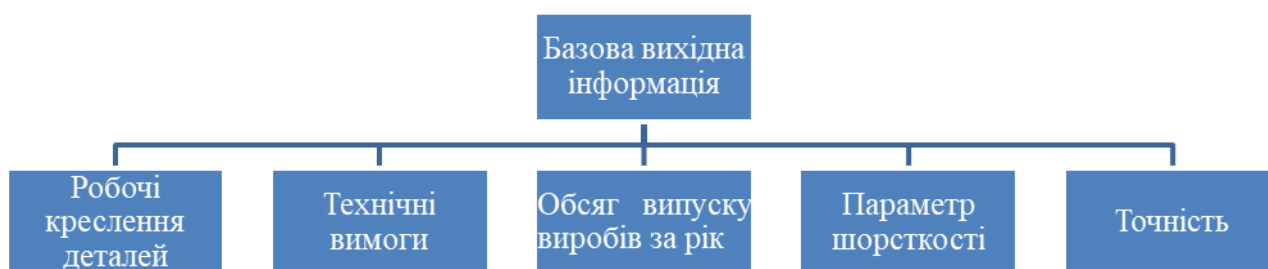


Рис. 1.1. Базова вихідна інформація для проектування ТП

При поточному виробництві розраховують такт випуску, а для непоточного виробництва важливо знати ритмічність випуску виробів і обсяг серій.

Для проектування необхідно користуватись довідковою та керівною інформацією. Керівна інформація визначає порядок рішень, які приймаються галузевим і державним стандартам. Методичні матеріали, результати досліджень та виготовлення подібних виробів відносять до довідкової інформації.

Під час розробки технологічного процесу обробки деталі перш за все потрібно детально вивчити конструкцію деталі, зробити аналіз її технологічності та провести контроль креслення. В свою чергу робоче креслення повинно мати всі необхідні дані для розуміння процесу виготовлення деталі та її контролю.

При виборі заготовки потрібно враховувати заданий річний випуск деталі за мінімальну собівартість. Значно простіша і дешевша механічна обробка, менша витрата матеріалу буде тоді і тільки тоді коли форма і розміри заготовки будуть близькими з реальними розмірами готової деталі. Постає завдання з вирішення задачі мінімізації загальних витрат на виготовлення заготовки та постобробку.

Для розробки маршрутної технології потрібно обрати схеми базування для технологічного процесу.

Існує дві системи баз:

- основні бази;
- чорні бази.

Подальшу механообробку поділяють на операції і їх кількість, для кожної з якої обирають спеціальне обладнання. Побудова маршрутної технології виробництва підпорядковується конструктивно-технологічним особливостям деталі, а також вимогам точності, що відповідають її поверхням. Для таких поверхонь виконують такі дії, звісно ж враховуючи точність вибраної заготовки:

- вибирають методи обробки;
- призначають число і порядок переходів;
- визначають зміст операцій.

Місце обробки менш відповідальних поверхонь визначається конкретними умовами і не є принципово важливим. Якщо обробку таких поверхонь можна вписати в основні операції, то її включають до складу таких операцій на чорновій та чистовій стадії обробки.

В залежності від виробництва весь обсяг обробки розподіляють на:

- вибір обладнання;
- операції;
- формування операцій за змістом.

Обробка на універсальних верстатах повинна апроксимувати використання їх до максимально можливих. Відповідно для чистової обробки використовують більш точні верстати з ЧПК. Чорнову і чистову обробку, перевстановлення заготовок які мають великі габарити, зазвичай виконують за одну операцію. Маршрутна технологія, що наведена вище відповідає для виготовлення деталей в дрібносерійному виробництві[2].

Рекомендації щодо чорнової і чистової обробки за одну операцію полягають в наступній послідовності: виконується чорнова обробка всіх поверхонь, а за нею чистова обробка поверхонь, якщо така необхідна. Регулюванням технологічного процесу можна досягнути необхідної якості обробки, проте це використовується переважно у масовому виробництві [2].

Для розробки операційної технології враховують місце кожної операції в маршрутній технології. Відомо, перед початком проектування операцій, які поверхні були оброблені на попередніх операціях та з якою точністю і які потрібно обробляти на поточній операції.

За допомогою операційної технології можна поставити завдання на конструювання обладнання, засобів автоматизації та технологічної оснастки і.

Існує багато варіантів проектування операцій, оцінка яких є результатом продуктивності та собівартості. А за допомогою техніко-економічних принципів проектування потрібно виконати максимальну продуктивність за найкоротший проміжок часу, тобто зробити одночасне виконання декількох технологічних переходів.

1.2. Методи проектування технологічного процесу

Автоматизація проектування - це систематичне використання ЕОМ під час проектування і вибору методів вирішення технологічних завдань [3].

Проектування поділяється на три види.



Рис 1.2.1. Методи проектування технологічного процесу

Неавтоматизоване проектування характеризується тим що людина здійснює такі операції:

- перетворення описів об'єкта;
- створення алгоритму функціонування об'єкта;
- створення алгоритму процесу;
- опис на різних мовах.

Під час автоматизованого проектування все що описано вище виконується завдяки використанню людиною ЕОМ, а при автоматичному це відбувається без приймання участі людини.

За ступенем поглибленості розробок, рівні проектування можна поділити на такі:

- проектування принципів схем ТП;
- розробка технологічного маршруту обробки деталі;
- розробка технологічних операцій;

- написання коду для обладнання із числовим програмним керуванням.

Розрахунок параметрів, які будуть оптимальними, для технологічного процесу називають параметричною оптимізацією і слід знати, що рішення таких задач є обмежені. Відповідно, параметрична оптимізація - це визначення значень параметрів x , при яких функція $F(x)$ приймає екстремальне значення і називається цільовою. На кожному етапі ТП представляється у вигляді сукупності завдань які потрібно вирішити [4, 5].

Під час вирішення завдання технологічної підготовки взаємодія інженера-технолога з ЕОМ представляє процес обміну інформацією.

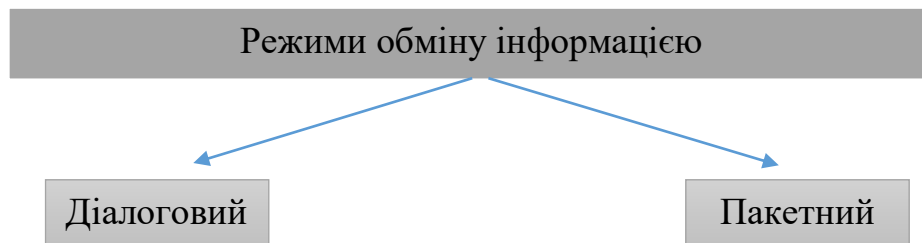


Рис. 1.2.2. Представлення процесу обміну інформацією

Використовуючи діалоговий режим інженер-технолог оперативно використовує і тісно пов'язаний з ЕОМ. Так як він отримує вхідні повідомлення майже без очікування, то даний спосіб краще використовувати коли даний метод є тільки єдиним або найбільш ефективним [6].

Діалоговий режим є ефективним при вирішенні таких задач: розпізнавання геометричних образів деталей; проектування їх маршруту обробки; розрахунок розмірних зв'язків між геометричними образами. Вирішення поставлених завдань досягається лише за допомогою знань і творчого мислення людини з використанням ЕОМ. Проте розробка програм в діалоговому режимі більш дорожча, а відповідно до цього збільшується вартість проектування.

Тому виникає потреба в створенні автоматизованих систем проектування ТП в режимі діалогу, а використовуючи алгоритми класифікації, генерування,

можливість переходу до пакетного режиму використовуючи програми навчання більш високого рівня.

Використовуючи пакетний режим ні програміст, ні інженер-технолог не мають безпосереднього використання ЕОМ, тому що всі рішення технологічного завдання, результати і тексти програм передаються машині оператором. Проектування ТП обробки деталей чи складальних операцій мають бути в пакеті прикладних програм, які відносяться до комплексних програм працюючи під головною керуючою програмою, які мають змогу вирішити схожі технологічні завдання одного класу.

1.3. Аналіз теорії розпізнавання образів

ТРО - наукова дисципліна, метою якої є виявлення об'єктів за декількома критеріями або класами. ТРО являє собою розділ інформатики, який ґрунтується на розробці основ і методів ідентифікації предметів, явищ і сигналів. Потреба в такому розпізнаванні виникає в багатьох областях, починаючи з машинного зору, розпізнавання мови, символічного розпізнавання і закінчуючи вузько спеціальними завданнями, таких як приладобудування [7, 8].

У зв'язку з цим, проблема розпізнавання образів отримала загальне поширення, в тому числі в галузі штучного інтелекту і робототехніки. ТРО бере за основу схожість об'єктів, хоча більшість предметів не схожі між собою, серед деяких з них завжди можна знайти подібності за тою чи іншою ознакою.

Методи ТРО поділяють на два види: структурні і ті що засновані на теорії рішень. Теорію рішень використовують при обчисленні допомогою кількісних величин. Перші ж орієнтовані на образи, для опису яких більше підходять якісні величини. В розпізнаванні образів важливу роль відіграє навчальна вибірка, тобто деяка впорядкована сукупність ознак. Класом образів називають сукупність об'єктів з однаковими властивостями. Найчастіше використовують такі форми ознак: дерево ознак, вектор ознак і символічний рядок.

Методи, засновані на зіставленні, є наборами векторів ознак кожного класу об'єктів. Новий образ буде віднесений до того класу, який виявиться найбільш близьким, в межах заздалегідь заданій метрики. Очевидно, що найпростіший підхід полягає в пошуку мінімальної відстані, яка обчислюється за допомогою евклідових норм між векторами ознак невідомого об'єкта і векторами прототипу. Висновок про належність об'єкта до певного класу відбувається за найменшим з цих відстаней. Мінімальний класифікатор відстані добре працює в тих випадках, де відстань між точками математичного очікування класів велике в порівнянні з діапазоном розкиду об'єктів кожного класу.

Не менш важливими є методи ТРО, засновані на імовірнісних класифікаторах, через випадковості, які впливають на породження класів образів. Отже, необхідно виробити такий оптимальний підхід, при використанні якого виявиться найменша ймовірність появи помилок.

Досить складно однозначно відповісти, як виглядає оптимальний метод який описує комп'ютерний зір. Однак, можна розділити всі існуючі методи на три ступені: первинна обробка і фільтрація, логічна оцінка результатів фільтрації і алгоритми прийняття рішень. Як правило, для ТРО на зображенні необхідно застосувати всі ці етапи, однак буває достатньо двох, або навіть одного.

До групи фільтрації можна віднести методи, які дозволяють визначити на зображенні цікавлять об'єкти, без попереднього аналізу. Основна маса таких методів використовує будь-яку єдину операцію на всі точки зображення одночасно. На даному рівні аналіз як правило не проводиться [9].

Найпростішим перетворенням є бінаризація зображення по порогу. Для зображень і в градаціях сірого таким порогом є значення яскравості. Вибір порогу бінаризації визначає вид самого процесу. Як правило, бінаризація відбувається при алгоритмі адитивного вибору порога. Наприклад, таким

алгоритмом може стати вибір математичного очікування або моди, а також найбільшого піку гістограми.

Існуючі класичні методи фільтрації можуть бути застосовані в широкому спектрі завдань. Найбільш поширеним класичним методом є перетворення Фур'є, проте він не використовується в зображеннях в чистому вигляді. Однак для аналізу зображень часто буває недостатньо простого одновимірного перетворення, і потрібно набагато більше ресурсомістке двовимірне перетворення [9].

Обчислення за формулами є досить трудомістким, тому на практиці частіше користуються згорткою, області яка цікавить, за допомогою низькочастотних або високочастотних фільтрів, в залежності від конкретного завдання. Таке спрощення звичайно, не дозволяє більш широкого діапазону операцій, таких як аналіз, однак найчастіше буває досить тільки результату без подальших перетворень.

Вейвлет-перетворення є більш перспективним і сучасним методом обробки зображень, ніж перетворення Фур'є. Вони спрощують стиснення, аналіз і передачу великої кількості зображень. Вейвлет-перетворення засновані на розкладанні по малим хвилям (вейвлет) з частотою, що змінюється і обмеженням за часом, на відміну від перетворення Фур'є, побудованого на гармонійних функціях [10].

З математичної точки зору зображення є двовимірною матрицею значень яскравості. Однак при переході від однієї його частини до іншої, навіть такі статистики першого порядку, як гістограми значно змінюються.

Прикладом застосування вейвлет аналізу є завдання пошуку відблиску в зіниці ока, де вейвлетом є сам відблиск. В основі вейвлетів лежить кореляція, яка може застосовуватися як в сукупності з іншими методами, так і самостійно. При розпізнаванні образу в зображенні це незамінний інструмент.

Іншим не менш цікавим класом фільтрації є фільтрація функцій. Вона дозволяє на простому зображенні знайти безліч шматочків найпростіших

функцій. Найбільш відомим є перетворення Хафа, яке дозволяє знаходити будь-які ефективно обчислюваної функції.

Його аналогом є перетворення Радону, яке за рахунок обчислення через швидке перетворення Фур'є дає вигоду в продуктивності.

Окремий розділ фільтрації - фільтрація контурів. Вона дуже корисна в тій ситуації, коли об'єкт досить складний, але має чіткі межі. Тоді фільтрація контурів є мало не одним з основних інструментів роботи з зображенням [11].

Після фільтрації отримуємо набір даних які піддаються обробці. Але часом вони все ж вимагають додаткових логічних перетворень. Тому необхідне введення методів, що дозволяють перейти від цілого зображення до властивостей об'єктів на ньому.

Методи математичної морфології є засобом переходу від фільтрації до логіки. Вони дозволяють прибрати шуми на бінарному зображенні, змінивши розмір наявних елементів. Також існує безліч методів, які дозволяють ідентифікувати об'єкт по контуру. Такий підхід називається контурним аналізом. Особливі точки є унікальними характеристиками які дозволяють зіставити різні класи об'єктів [11].

Методи машинного навчання і прийняття рішень є фінальною стадією в розпізнаванні образів. Вони знаходяться на стику математичної статистики, методів оптимізації та класичних математичних дисциплін, але має також і власну специфіку, пов'язану з проблемами обчислювальної ефективності та перенавчання. У більшості випадків суть навчання полягає в наступному: на основі навчальної вибірки з ознаками кожного класу побудувати таку модель, за допомогою якої машина зможе проаналізувати нове зображення і вирішити, який з об'єктів є на зображенні.

1.4. Класифікація системи розпізнавання образів

Системи розпізнавання образів можна поділити на прості і складні в залежності від вхідної інформації, яка використовується для опису об'єктів і чи мають вони ознаки, що характеризують їх[11].

Класифікація системи розпізнавання образів наведена в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4. Класифікація системи розпізнавання образів

Назва системи	Опис системи
Проста	Система автоматично розпізнає лише за тими чи іншими параметрами або ознаками розпізнаваних об'єктів, наприклад: пристрої призначені для бракування деталей, в яких є визначення бракована чи небракована деталь, а ознакою є розміри або маса.
Складна	Система медичної діагностики, в якій ознаки використовуються як дані аналізу крові, температура чи кардіограма
Складна-монорівнева	Система розподілу інформації про ознаки розпізнаваних об'єктів визначається прямим вимірюванням на основі обробки результатів експериментів.
Складна-полірівнева	Визначення інформації про ознаки розпізнаваних об'єктів ґрунтуючись на непрямим вимірюваннях.
Навчені	Система може побудувати приблизний словник ознак, проте недостатня для опису класів ознак. Початкова інформація потрібна для зображення систем розпізнавання і дозволяє виділити конкретні об'єкти, належні різним класам. Дані об'єкти є навчальною вибіркою і мета такої процедури у визначенні функцій засобами представлення системі розпізнавання деяких значень класів. Навчені системи розпізнавання відносяться до класу завдання навчання з вчителем. Суть полягає в наступному, вчитель навчає систему на вибірці об'єктів і вказує, до яких класів вони належать. Після чого вчитель корегує відповіді системи доки кількість помилок в результаті не досягне потрібного рівня.

Самонавчальні	Системи які представляють початкові об'єкти, заданих значеннями власних ознак, проте через граничний обсяг початкової інформації система не отримує рекомендацій про до якого класу об'єкти належать. Заміну можна виконати у вигляді набору правил, за допомогою яких на стадії самонавчання система розпізнавання образів створює класифікацію.
Безнавчання	Система в якій потрібно визначити вирішальні межі та правила. Для побудови таких систем потрібно мати лише повну первинну інформацію про об'єкт
Детерміновані	Система для створення алгоритмів розпізнавання з використанням методів близькості, заснованих на вимірюванні та розрахунку відстаней між об'єктом і еталонами класів. Взагалі застосування детермінованих методів розпізнавання об'єктів передбачає наявності координатної площини еталонних класів чи об'єктів. Для забезпечення безпомилкової класифікації не існує загального правила. Отже оцінюючи якість прийняття рішення необхідно розрахувати ймовірність помилки того що об'єкт невірнo віднесли до заданого класу.

1.5. Огляд задач розпізнавання образів і їх характеристика

Задачі розпізнавання відносяться до завдань, суть яких полягає в перетворенні вихідних даних у вигляд, зручний для розпізнавання, та розпізнавання об'єкта і віднесення його до певного класу.

В даних завданнях є аналогія схожості об'єктів і формулювання правил, на підставі яких об'єкт зараховується в один клас або в різні класи. У цих

завданнях можна змінювати набір прикладів, а класифікація в яких у вигляді алгоритму розпізнавання для налаштування завдання в процесі навчання.

Для цих завдань важко побудувати формальні теорії та застосувати класичні математичні методи, проте їхні типи наведено на рисунку 1.1.5.

Метою комп'ютерного зору і розпізнавання образів є виробництво корисного додатку який приносить істотну цінність, за допомогою використання обробки і аналізу цифрового зображення. Наприклад, завдяки використанню розпізнавання образів покращується ефективність обробки [12].

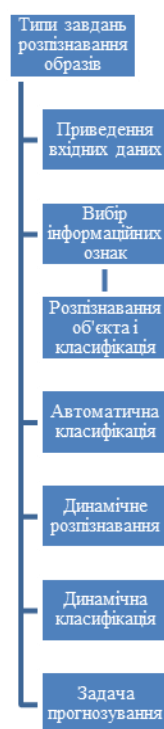


Рис. 1.5.1 Типи завдань розпізнавання образів

Робототехніка є традиційною сферою застосування машинного зору. Основна частка роботів довгий час припадала на промисловість, завдяки добре контрольованим умовам (низької не детермінованості середовища) і можливими виявлялися вузькоспеціалізовані рішення, в тому числі і для задач машинного зору. Крім того, промислові додатки допускали використання дорогого устаткування, що включає оптичні та обчислювальні системи [13-15].

Для автоматичного розпізнавання деталей в промисловості могла використовуватися чорна стрічка конвеєра, що усуває необхідність відділення об'єкта від фону, або сканування об'єктів, що рухаються лінійкою фотодіодів зі спеціальною підсвіткою, що вже на рівні формування сигналу забезпечувало виділення інваріантних ознак для розпізнавання без застосування будь-яких складних методів аналізу інформації. У оптико-електронних системах супроводження і розпізнавання цілей використовувалися фізичні трафарети, що дозволяють «апаратно» виконувати узгоджену фільтрацію. Деякі з цих рішень були геніальними з інженерної точки зору, але були застосовні тільки в задачах з низькою апріорної невизначеністю, і тому мали, зокрема, поганим переміщенням на нові завдання.



Рис. 1.5.2. Зміна зовнішнього вигляду деталі на стрічці конвеєра

У виробництві автомобільних дискових гальм не обійтися без складних процесів, пов'язаних з важкою фізичною працею, до яких пред'являються строгі вимоги для відстеження.

Компанія Alber Gussbearbeitungs-GmbH розробила повністю автоматичний процес чистової обробки і тестування гальмівних дисків, який гарантує отримання продукції найвищої якості і допомагає позбутися від важкої фізичної праці робітників. Вбудована система машинного зору забезпечує процес обробки зорової функцією і дозволяє надійно розпізнавати букви і цифри символи.

Розглянуто найбільш поширені програми комп'ютерного зору. Однак існує і безліч інших, менш типових програм.

Наприклад, методи комп'ютерного зору можуть бути використані в мікроскопії, оптичної когерентної томографії, цифрової голографії.

Проте не знайдено готових рішень програм які б мали змогу проектувати технологічний процес обробки токарної деталі на основі розпізнавання образів.

Висновки до розділу 1

Розглянуто розробку технологічних процесів виготовлення деталей та методи проектування технологічних процесів.

Проаналізовано інформацію щодо теорії розпізнавання образів та їх методів.

Проведено огляд найбільш поширених програм комп'ютерного зору для масового користувача.

Постає задача в аналізі існуючих методів та засобів розпізнавання образів, створення алгоритму, розробка програмного продукту проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів та рекомендацій щодо використання створеної системи.

Постановка задачі досліджень

Метою розробка системи проектування технологічних процесів за допомогою методів машинного навчання – розпізнавання образів.

Відповідно поставленій меті потрібно вирішити такі завдання:

1. Аналіз літературних джерел та інформації щодо застосування методів розпізнавання образів.
2. Створення алгоритму розпізнавання образів для проектування технологічного процесу токарної обробки.
3. Розробка системи проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів.

РОЗДІЛ 2. РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ

2.1. Методи розпізнавання образів

Існують три основні групи методів розпізнавання образів які представлені на рисунку 2.1



Рис. 2.1 Групи методів розпізнавання образів

- Структурний (лінгвістичний) підхід застосовується до задач розпізнавання образів, в яких важлива інформація про структуру конкретного об'єкта. Від процедури розпізнавання потрібна змога у визначенні об'єкту його класу та інформацію про об'єкт, який не дозволяє віднести його до іншого класу. Структурні методи ідентифікації об'єктів характеризуються своєю структурою значень і відношень. Структурний підхід ґрунтується на аналогії між синтаксисом та структурою реалізації образу [16].

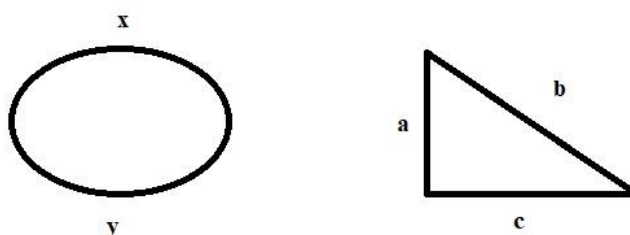


Рис. 2.1.1 Вхідні дані для структурного методу.

Головна перевага структурних методів – це можливість створити велику кількість реалізацій представивши невелику множину елементів.

Недоліками є :

- обмеженість використання
- прямі вирішальні правила не існують в даному методі;

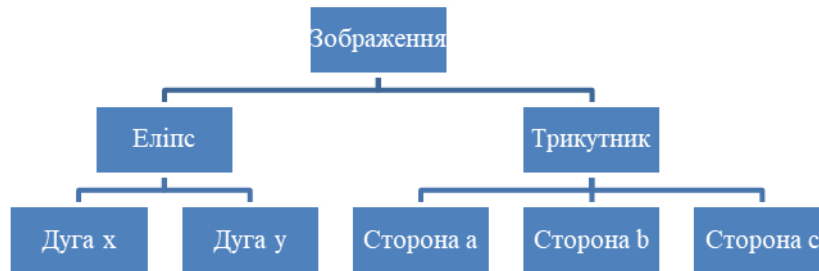


Рис. 2.1.2 Класифікація зображення

Одним з структурних методів є класифікація відстані до найближчого сусіда суть якого полягає в наступному, потрібно виділити невідомий вектор ознак x до такого класу, з яким даний вектор буде найбільш близький. Таке явище отримало назву найближчого сусіда. Класифікація методу також може бути більш ефективна навіть якщо класи накладаються один на одний мають або мають складну структуру.

В структурному методі припущення про моделі розподілу векторів ознак в просторі зайві, а отже алгоритм використовує тільки інформацію з відомими еталонними зразками. Метод заснований на розрахунку відстані x до кожного зразка в базі даних і знаходження мінімальної відстані. Переваги такого методу наступні [17]:

- ієрархічні структури даних дозволяють значно зменшити кількість обчислювань;
- В базу даних можна додати нові зразки.

Якщо в базі даних виконувати пошук декількох сусідів, а k сусідів то рішення буде набагато краще. Отже при кількості $k > 1$ можна забезпечити найкращий варіант вибірки та розподілу векторів в просторі. Проте найбільш ефективно використовувані значення k буде залежність наскільки є достатня

кількість значень в кожній області простору. Найскладніше виявити правильне рішення тоді коли у вибірці існує більше двох класів

- Статистичні методи судячи з назви використовують похідну інформацію для вирішення задачі розпізнавання. Даний метод визначає чи відноситься об'єкт до певного класу на основі ймовірності чи ні. В загальному це зводиться до визначення ймовірності чи належить об'єкт до певного класу, якщо ознаки цього об'єкту отримали відповідні значення. Прикладом статистичного методу байєсівські вирішальні правила [18].

Розпізнавання образів застосовуються у тих випадках, коли обрані ознаки характеризуються числовими значеннями, причому ці значення для об'єктів одного класу можуть бути різними.

Завдання розпізнавання образів зводиться, таким чином, до визначення меж областей, що відповідають різним класам.

Це один з напрямків теорії розпізнавання образів, в основі якого лежить уявлення про клас розпізнаваних об'єктів як про ряд реалізацій деякої випадкової величини. Цю випадкову величину з більш-менш визначеними статистичними характеристиками називають. статистичною моделлю класу розпізнаваних об'єктів.

Якщо задані статистичні моделі то методами математичної статистики можна побудувати алгоритм розпізнавання, оптимальний за тим чи іншим критерієм якості. У найбільш сприятливому випадку задана модель дозволяє вказати умовні розподілу ймовірностей об'єктів кожного класу, що дає можливість використовувати для розпізнавання Баєсова вирішальне правило або мінімаксне вирішальне правило.

У більш загальному випадку модель задається у вигляді випадкового поля, що залежить від цілого ряду постійних і змінних невідомих параметрів. Серед них цікаві лише значення параметра, що вказує клас кожного розпізнається об'єкта. Решта невідомі параметри переважно заважають оцінці. Завдання визначення значень параметрів які заважають є завданням адаптації

розпізнавання. При навчанні задається навчальна вибірка, що складається з об'єктів, класи яких вказані. На цій основі, в залежності від того, наскільки детально відомі статистичні характеристики даної моделі, будуються ті чи інші статистичні оцінки самих параметрів або певних функцій. Отримані оцінки потім використовуються в процесі вирішення завдання розпізнавання шляхом їх підстановки замість невідомих значень параметрів.

Використання штучних нейронних мереж. Розглянуті до поточного моменту методи розпізнавання були засновані на навчанні з учителем. Однак навчання без учителя також можливо. При такому підході машина сама повинна визначити структуру класів і приналежність кожного образу певного класу. Нейронна мережа - це метод параметричної апроксимації, що довів свою корисність в побудові моделей щільності. Нейронні мережі зазвичай апроксимують деяку векторну функцію f деякого вхідного вектора x поруч рівнів. Кожен рівень формує вектор виходів, кожен з яких представляє собою результат дії певної нелінійної функції [19, 20].

При розпізнаванні методом найближчого сусіда результат методу був повністю визначений еталонними зразками, завантаженими в пам'ять перед обробкою. Тоді як при застосуванні нейронного методу розпізнавання кінцевий результат заздалегідь не відомий. Алгоритми нейронних мереж самі вирішують задачу вибору ознак. З цим пов'язаний один з недоліків - перенавчання.

2.2. Засоби розпізнавання образів

Перевагою використання засобів розпізнавання образів є підтримка в робочому стані креслень і конструкторської документації, виконаних на папері, так як паперові документи схильні до зносу і старіння, тому креслення на папері можуть бути втрачені.

Взагалі існує 2 способи векторизації креслень, за допомогою спеціальних програм і ручний.

В комп'ютерній системі AutoCAD реалізовано методи розпізнавання образів за допомогою яких можна сканувати і векторизувати креслення всіх форматів.

Основні функції які можна використати в даній програмі:

- Векторизація креслень перетворення сканованих креслень і ескізів в AutoCAD.
- Векторизація сканованих креслень в ручне креслення в AutoCAD.

Основні відмінності векторних креслень від інших існуючих програм:

- можливість точно створити і описати об'єкт;
- можливість масштабування і редагування об'єкта.

Ще одним засобом в розпізнаванні креслень є програма PlanTracer. PlanTracer є спеціальною програмою та професійним інструментом, завданням якого є розпізнавання креслення. Формування документів в електронному форматі *.xml відповідно з xml-таблицям і вимогам програми. Забезпечується підтримка автоматичного формування завантаження та вивантаження з електронним підписом розробника. За допомогою цього програмного продукту можна виконувати роботи великої складності та обсягу, наприклад розпізнавання багатоконтурних комплексних об'єктів, які містять сотні програмних контурів і тисячі попиксельних точок. Унікальність даного графічного редактору полягає в тому, що відкритий функціонал та інструментарій для роботи з кресленням і їх розпізнавання.

За допомогою програми можна виконати такі дії:

- значно підвищити якість зображення;
- швидко внести зміни в відскановані креслення;
- одночасно працювати з растровою і векторною графікою;
- автоматично векторизувати скановані матеріали;

Сканування виконується в такій послідовності:

- Сканований растр;

- Растр після розпізнавання з накладеними зверху векторними об'єктами;
- Векторні об'єкти з відключеним растром;
- Векторне зображення.

Spotlight простий і зручний у використанні графічний редактор. Дозволяє не тільки векторизувати скановані зображення в напівавтоматичному і автоматичному режимах, а й редагувати растрову графіку по CAD-технології без її обов'язкової векторизації.

На відміну від AutoCAD та інших подібних програм, Spotlight - самостійна програма, зручна при роботі з підвищення якості растру в цілому. Spotlight може векторизувати креслення відразу і не тільки прямими лініями, але і векторними дугами, колами, полілініями, контурами, блоками тощо.

Переважно ці програми є досить дорогими, проте виробники надають демо-версії для користувача, але в такому режимі їх не можна використовувати в комерційних цілях.

2.3. Формалізація процесу кластерного аналізу

Існує X - об'єктів, та Y кластерів, а також функція відстані між об'єктами . А також навчальна вибірка об'єктів даних. Завданням є розділити задану вибірку на підмножини, які не перетинаються і називаються кластерами (групами), таким чином, щоб кластер складався з об'єктів з найменшими відстанями між собою $\min p$, А різні об'єкти кластерів значно відрізнялись один від одного. Після чого кожному об'єкту присвоюється відповідний номер кластера [21-23].

Варто знати що кластеризація це функція $X \rightarrow Y$, Завдяки якій для кожного об'єкта x відповідає номер кластера y , який в основному відомо заздалегідь.

Кластеризація відноситься до методів навчання без вчителя і відрізняється від класифікації рядом переваг, наприклад вихідні об'єкти можуть бути не задані, тому відповідно існує безліч Y .

Вирішення завдання кластеризації є неоднорідним завданням, саме тому існує декілька причин:

- не має чітко вираженого одного кращого критерію якості кластеризації, проте відомо безліч різних критеріїв, алгоритмів, які здійснюють хорошу кластеризацію створення, цікавим фактом також є те що різні методи можуть давати також різні результати.
- на результат кластеризації суттєво впливає метрика, вибір якої визначається експертом в даній предметній області.

Наочно принцип роботи кластеризації можна побачити в наступній послідовності.

На рис. 2.3.1 зображено довільна кількість об'єктів з обранням розподілу на три кластери та обрано їх центри, як і властиво методам кластеризації

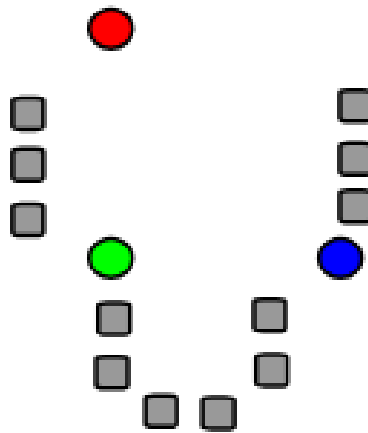


Рис. 2.3.1 Вихідні точки і випадково вибрані початкові точки.

На рис. 2.3.2 зроблена перша ітерація та віднесено кожний об'єкт до відповідного кластера, за одним з методів визначення відстані.

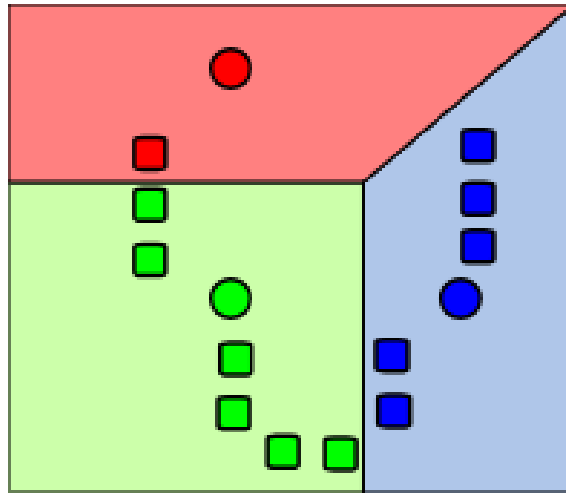


Рис. 2.3.2. Точки, віднесені до початкових центрів.

На рис. 2.3.3 відбувається перерахунок відстані кожного об'єкту до центру кластера та перевизначення центрів

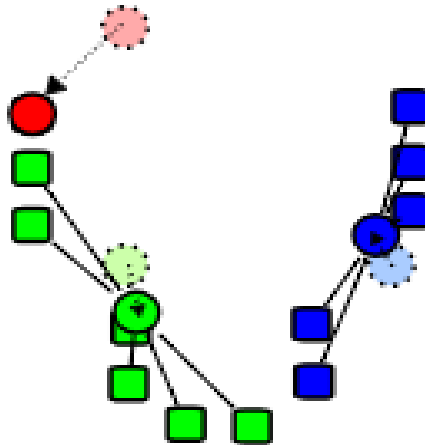


Рис. 2.3.3. Обчислення нових центрів кластерів.

На рис. 2.3.4, зображена остання ітерація, яка дорівнює попередній, що є обов'язковою умовою зупинки ітераційного циклу.

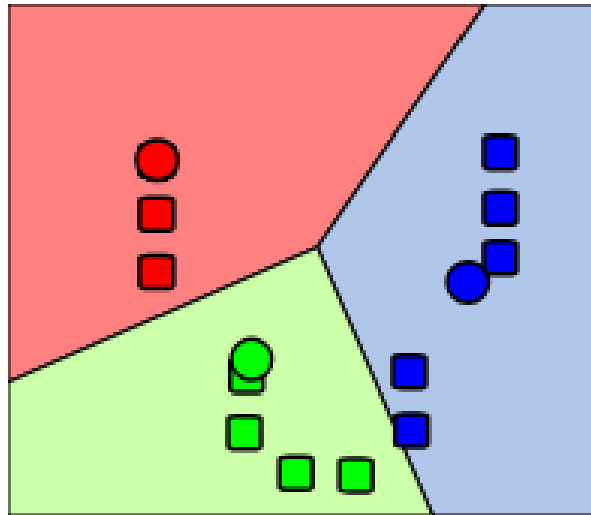


Рис. 2.3.4. Результат кластерного аналізу.

Зазвичай значення що зображенні на рис. 2.3.2 та рис. 2.3.3 повторюються, доки не досягнуть результату що зображений на рис. 2.3.4. Хоча переважно в алгоритмах велика кількість ітерацій відсутня, проте все залежить від вхідних даних.

2.4. Алгоритм розпізнавання образів

Алгоритм розпізнавання образів включає алгоритм кластерного аналізу (рис 2.4).

Застосування кластерного аналізу і зводиться до таких послідовних дій:

1. Вибір об'єкту для кластеризації.
2. Визначення критеріїв, за допомогою яких можна оцінити об'єкти.
3. Розрахунок значення міри близькості між об'єктами.
4. Побудова схожих груп об'єктів.
5. Результати аналізу.

В розпізнаванні образів КА можна використати таким чином, що при розпізнаванні креслення деталі перейти до піксельного зображення, а відповідно створити матрицю координат, після чого вибравши міру близькості виявити які пікселі знаходяться один біля одного, можна формувати лінію деталі [20].

Опис алгоритму кластерного аналізу:

1. Зчитування і обробка вхідних даних.

Вхідними даними виступає креслення деталі, а саме зображення

2. Створення матриці координат і виділення головних значень. На даному етапі потрібно присвоїти кожному пікселю зображення номер кольорової гама, а вже серед них знаходження потрібних точок
3. Обчислення міри схожості. Виділення потрібних пікселів в групі з найближчою відстанню, що в свою чергу сформує зображення ліній зображення.
4. Остаточне формування ліній креслення деталі і коректування для більшої якості, засобами видалення шумів.
5. Кінець роботи алгоритму кластеризації і представлення даних для подальшого виконання програми.

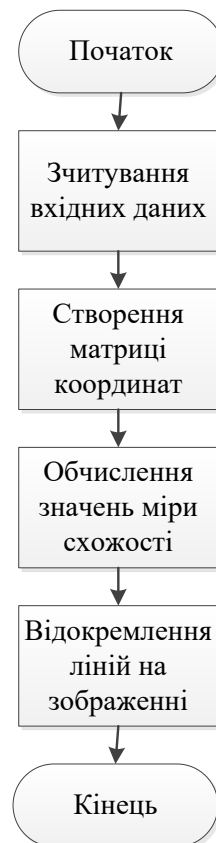


Рис. 2.4. Схема алгоритму кластерного аналізу

Висновки до розділу 2

Розглянуто три основні групи методів розпізнавання образів. Визначено що мета поставленого завдання здійснюється використовуючи структурні методи.

Визначено існуючі засоби розпізнавання образів які використовуються та проаналізовано їх переваги і недоліки. Встановлено що ціна на дані програмні продукти є досить високою, також можуть виникати труднощі з їх використанням, а з вирішенням задачі з проектування технологічного процесу токарної обробки вони не справляються.

Зроблено формалізацію процесу кластерного аналізу, що допомогло у створенні алгоритму розпізнавання образів використовуючи даний метод.

Даний огляд методів і засобів показав що є потреба у створенні нової системи, яка буде вирішувати завдання проектування технологічного процесу токарної обробки, а формалізація і створений алгоритм є основою розробки.

РОЗДІЛ 3. СИСТЕМА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ НА ОСНОВІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ

3.1. Структурна схема системи розпізнавання образів

Структурна схема визначає основну структуру системи та показує її головні блоки виконання. Розроблена система, складається з багатьох методів і функцій в цілому, проте на рис 3.1. представлено головні її засоби реалізації [24].

Блок зчитування вхідних даних відповідає за ініціалізацію креслення та її попередню обробку. Блок розпізнавання образів вміщує в собі метод кластерного аналізу та інші для виявлення ліній на представленому зображенні. Виведення результатів відбувається в окремому вікні ще до завершення програми, щоб виявити неправильність роботи програми чи розпізнавання креслення. Якщо все вірно дані розпізнавання передаються в інший блок де вони слугують вхідними. Блоку порівняння креслення з базовими ТП відповідає присвоєння базовим технологічним процесам певного хеш-коду, за яким відбувається порівняння. Збереження результатів виконується в файл, після чого можна переглянути технологічний процес та корегувати.



Рис 3.1.1 Структурна схема системи розпізнавання образів

3.2. Інформаційна модель технологічного процесу

Інформаційна модель представляється у вигляді сукупності даних, які описують параметри і змінні величини об'єкта, завдяки чому з'являється змога моделювати можливий стан об'єкта.

Інформація яка представляється можна розділити на два види:

- початкова інформації;
- похідна інформація.

Похідна інформація впливає з початкової, яка в свою чергу існує до розробки програми. Початкова інформація містить в собі дані про креслення, а також дані базових технологічних процесів. В даному випадку похідною інформацією є масив даних з розпізнавання зображення, пікселів. Тобто похідна інформація складається з результату кластерного аналізу та результату проектування технологічного процесу за допомогою розпізнавання образів.



Рис 3.1.2 Схема інформаційного забезпечення системи

3.3 Математична модель параметрів технологічного процесу

Кластер характеризується такими математичними параметрами як: центр, радіус, розмір кластеру. Центром кластера називають середнє значення геометричних положень точок у просторі. Радіусом кластеру називають мінімальну відстань об'єкта до центру кластера. Розмір кластеру варіативно змінюється і залежить від вхідних даних. Особливістю кластерів процес накладання об'єктів один на одній і називається він перекриттям кластерів [25].

Тоді не існує математичних методів щоб однозначно віднести об'єкт до певного кластеру, тому такі об'єкти називають спірними. Спірним є об'єкт, якоий можна віднести до декількох кластерів. Якщо відстань від об'єкта до центру кластера менше радіуса кластера, то тоді об'єкт можна віднести до конкретної групи. За виконання цієї умови для двох і більше кластерів, об'єкт можна вважати спірним.

Отже зчитуючи зображення, потрібно створити матрицю вхідних даних або як її називають матриця спостережень:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix}$$

Якщо використовувати метод швидкого кластерного аналізу то потрібно обрати число k – на скільки кластерів будемо розбивати наші вхідні дані, тобто орієнтовно на скільки ліній-контурів потрібно розбити наше зображення. Введення числа k є особливістю даного методу, що в свою чергу одночасно є перевагою і недоліком. Перевагою звичайно є швидкість обробки даних даного методу, тому що наперед задається кількість потрібних кластерів, але це є також і недоліком, тому що результат може бути не зовсім точним.

Взагалі основна ідея полягає в тому, щоб під час проведення кожної ітерації проводити розрахунок з пошуку центру мас відповідно кожному кластеру,

після чого вектори відносяться до кластерів відносно того, який з нових отриманих кластерних центрів найбільш наближено знаходиться.

Тому наступним етапом є визначення відстані кожного об'єкта кластера до його найближчого центру. Для цього існують міри відстаней.

Приклади мір відстаней:

Евклідова відстань - найпоширеніша відстань суть полягає в тому що вона є геометричною відстанню в багатовимірному просторі.

Взважена Евклідова відстань. Якщо стоїть питання в піднесенні до квадрату звичайну евклідову відстань, наприклад щоб надати більшої ваги об'єктам які більш віддаленні один від одного.

Манхетенська відстань є звичайним середнім значенням різниць по координатній площині. Здебільшого така міра відстані не суттєво відрізняється від Евклідові відстані. Проте варто зазначити що для цього випадку вплив окремих великих різниць в заданій вибірці значно зменшується

В даній роботі для розрахунку використовувалась Евклідова відстань:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2};$$

Після чого формується матриця відстаней D:

$$D = \begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{m1} & d_{m2} & \dots & d_{mn} \end{pmatrix}$$

I визначається найменша відстань від об'єкта до центру кластера.

Це можна зробити за допомогою методу найближчого сусіда:

$$d(S_i, S_k) = \min d(X_i, X_j)$$

Ітераційний цикл виконується до тих пір доки значення центру кластера не буде дорівнювати значенню центру кластера на попередній ітерації.

Отже завдяки кластерному аналізу знайдено контури креслення деталі і можна виконувати подальші порівняння за допомогою хеш функцій.

3.4 Алгоритмічна реалізація створення технологічного процесу токарної обробки

Для реалізації запропонованого методу створено алгоритм вирішення задачі розпізнавання образів і вибрана мова програмування - Python, яка дозволяє не лише розпізнати креслення, а й проектувати технологічні процеси токарної обробки.



Рис.3.3 Алгоритм методики розпізнавання образів для проектування технологічного процесу

На рисунку 1 показано алгоритм методики розпізнавання образів для проектування технологічного процесу токарної обробки:

- блок №1 – включення програми;
- блок №2 – зчитування зображення з файлу у форматі JPEG;
- блок №3 – фільтрація зображення виконується в такій послідовності:
 - попередня обробка зображення;
 - переведення зображення в чорно-білу палітру;
 - усунення шуму в зображенні;
 - видалення перешкод між об’єктом і фоном
- блок №4 – розпізнавання ліній, за допомогою методів кластерного аналізу та бібліотеки OpenCV;
- блок №5 – оцінка вхідного зображення і визначення типу обробки деталі використовуючи умовні оператори та присвоєння відповідного типу кожному елементу зображення;
- блок №6 – формування технологічного процесу токарної обробки деталі.
- блок №7 – отримання текстового файлу технологічного процесу обробки деталі;
- блок №8 – кінець роботи програми.

Розробка системи автоматизованого проектування на основі розпізнання образів, дозволяє проектувати технологічні процеси обробки токарних деталей.

Висновки до розділу 3

Створено структурну схему системи розпізнавання образів. За допомогою якої визначено основну структуру системи та показано її основні блоки виконання.

Створено схему інформаційного забезпечення системи. Розглянуто основний розподіл інформації і визначено що вона поділяється на початкову та похідну. Для кожного виду визначено інформацію яка потрібна для функціонування програми.

Наведено математичну модель параметрів і визначено поняття за допомогою яких можна приступити до алгоритмічної реалізації створеної математичної моделі технологічного процесу токарної обробки, що забезпечить вирішення задачі зі створення технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів.

РОЗДІЛ 4. ЗАСТОСУВАННЯ НА ПРАКТИЦІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ЯК ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ

4.1. Програмна реалізація алгоритму проектування технологічних процесів токарної обробки деталі на основі розпізнавання образів

Дана робота була реалізована за допомогою алгоритмічної мови програмування Python, об'єм зайнятої пам'яті на диску програмою становить 28 192 Кбайт, а після запуску створюється файл з розширенням exe. який займає 28МБ.

Перевагами мови програмування Python є:

- простота у використанні;
- не потребує високих системних вимог;
- автономне використання на будь якій платформі де встановлено програмне середовище мови Python.

Мова не є структурованою, тому немає різниці описувати змінні спочатку чи в кінці, головне потрібно це зробити перед її ініціалізацією. Зчитування з файлу, обробка даних за допомогою кластерного аналізу після чого відбувається запис даних в змінну і подальше використання її для проектування технологічного процесу токарної обробки деталі.

Для вирішення задачі розробки системи проектування технологічних процесів за допомогою методів машинного навчання обрано відкриту бібліотеку OpenCV, що дозволило спростити проектування технологічного процесу для токарної обробки.

Для ідентифікації зображення існує безліч мов програмування за допомогою яких можна відтворити методи розпізнавання образів, однією з найбільш відомих є Python вона включає бібліотеку OpenCV, яка містить алгоритми та функції з обробки зображень і забезпечена необхідними ресурсами та засобами обробки, перетворення зображень, застосування методів машинного навчання і виявлення загальних елементів на зображеннях[26, 27].

Опис змінних та функцій програми програми наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Таблиця змінних.

Назва	Тип	Призначення
Hsv_min	integer	Зміна встановлення ширини екрану
Hsv_max	integer	Зміна встановлення висоти екрану
WayForImage	string	Змінна для зчитування файлу
I	integer	Лічильник циклу
j	integer	Лічильник циклу
D	integer	Оцінюючий критерій
K	integer	Лічильник циклу
P	integer	Лічильник циклу
Maxx	double	Змінна для роботи методу кластерного аналізу
S	double	Допоміжна змінна для методу кластерного аналізу
G	double	Допоміжна змінна для методу кластерного аналізу
Minn	double	Пошук подібності
A	array	Присвоєння вхідних значень матриці
X	array	Значення вхідних параметрів x
Y	array	Значення вихідних параметрів y
b	array	Присвоєння проміжних значень
Kruteriy	array	Значення критерію
minimalRange	array	Сортування в пошуку найближчого значення
v	array	Значення коефіцієнтів
TechPro	array	Побудова технологічного процесу
fileClose	string	Робота з файлом

Під час роботи з програмою потрібно попередньо підготувати дані, а саме зображення креслення деталі.

Є два варіанти, як представлені на рис.4.1.1 та 4.1.1, відповідно результат залежить від якості зображення та масштабності.

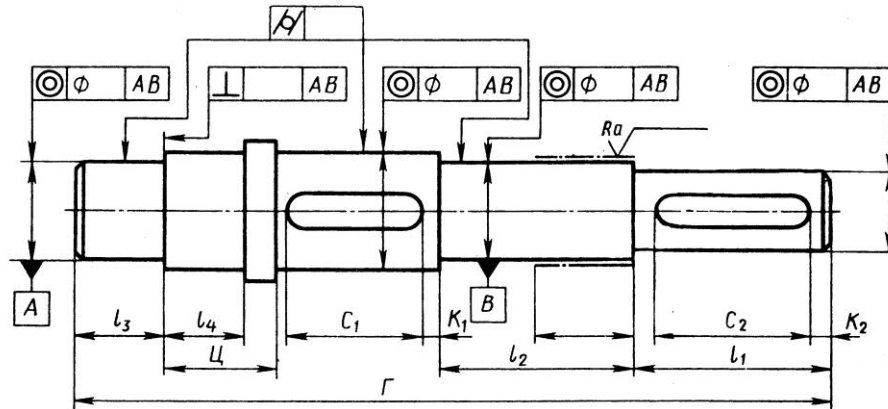


Рис.4.1.1 Вхідне зображення, креслення валу

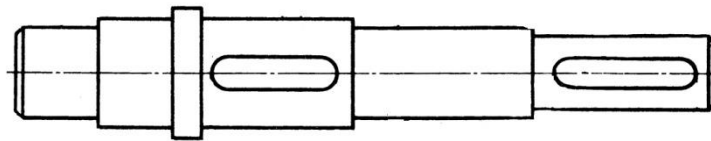


Рис. 4.1.2 Спрощене вхідне зображення, креслення валу

Завантажуючи типоподібні зображення що представлені на рис.4.1.1 інколи виникають труднощі з точним розпізнаванням контурів креслення, тому є рекомендація щодо завантаження другого типу, який представлений на рис. 4.1.1.

Взагалі програма за допомогою засобів фільтрації зображення розглянутих вище робить це автоматично і переходить від першого вигляду до

другого, привівши в ч/б формат зображення, усуваючи шум зображення і видаляючи перешкоди, тому проблем не повинно виникати з простими кресленнями деталей, а вже з більш складними якраз і виникають складнощі.

```
import sys
import numpy as np
import cv2 as cv

hsv_min = np.array((2, 28, 65), np.uint8)
hsv_max = np.array((26, 238, 255), np.uint8)

if __name__ == '__main__':
    wayForImage = 'C:/python/TestDraw.jpg'
    img = cv.imread(fn)

    hsv = cv.cvtColor( img, cv.COLOR_BGR2HSV )
    thresh = cv.inRange( hsv, hsv_min, hsv_max )
    _, contours0, hierarchy = cv.findContours( thresh.copy(), cv.RETR_TREE, cv.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

    index = 0
    layer = 0
```

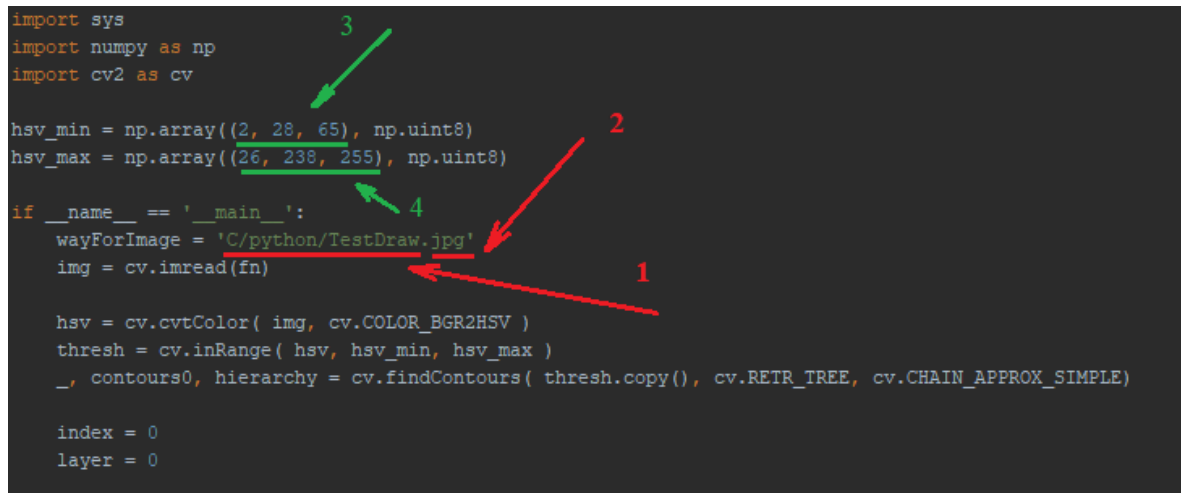


Рис. 4.1.3 Інструкція з підготовки даних

Інструкція щодо підготовки програми:

1. Під цифрою 1 вказано шлях звідки зчитується зображення, його можна змінити.
2. Цифрою 2 позначено розширення файлу, воно повинно бути в форматі JPEG, тому що з іншими форматами програма може не працювати.
3. Цифри 3 та 4 відповідають за ширину і висоту впливаючого вікна яке зображено результатом розпізнавання образів на рис. 4.1.5

Запуск програми програми здійснювався за допомогою операційної системи Windows 10. Його можна виконати двома способами використовуючи середовище Python або ж за допомогою командного процедура обох є аналогічною.

Прийняте рішення, використання програми таким чином має ряд переваг перед розробкою віконної програми, що полягає в наступному:

- Програми які запускаються через командну стрічку є більш простими для використання, тому що для цього не потрібно встановлювати зайвих сторонніх програм, а потрібне лише середовище розробки Python.

- Такі програми є більш швидкими в обробленні інформації так як не використовують графічний процесор комп'ютера, а відповідно і пам'ять, тому проектування технологічних процесів виконуватиметься швидше

- На підприємствах, де використовуються програми з проектування технологічних процесів, оператори-програмісти звикли працювати саме з командною стрічкою тому цей спосіб є більш зручний і витрата часу людини є меншою.

Отже можна зробити висовок що розроблення віконної програми не є доцільними в даному випадку. А інструкція представлена на рис 4.1.4.

```
Microsoft Windows [Version 10.0.17134.407]
(c) Корпорація Майкрософт (Microsoft Corporation), 2018. Все права захищені.

C:\python>python PatternRecognition.py
```

Рис. 4.1.4 Інструкція запуску програми

1. Показує шлях знаходження файлу з програмою.
2. Вказує на ім'я файлу, з обов'язковим введенням його розширення.

Результатом виконання програми і розпізнавання образів в цілому є визначення контурів креслення зображення, що представлено на рис. 4.1.5 та технологічний процес на рис 4.1.6

СИСТЕМА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НА ОСНОВІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ

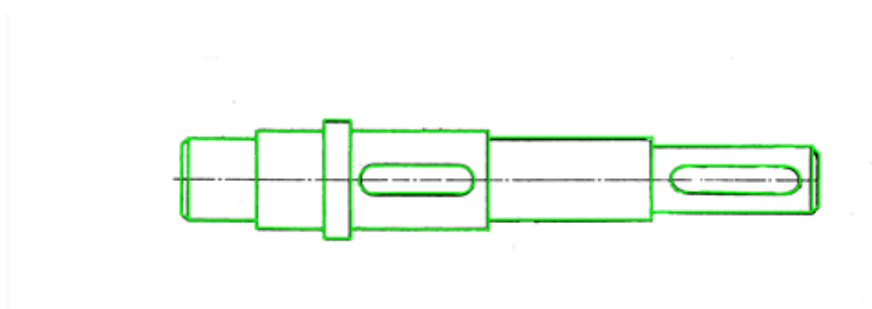
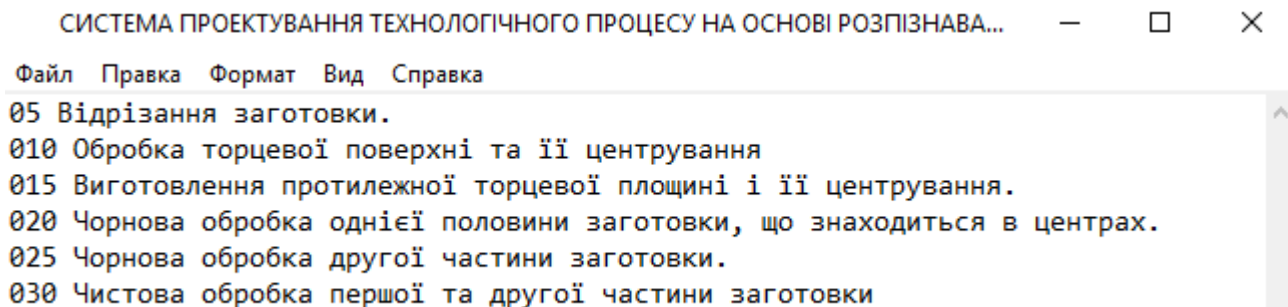


Рис. 4.1.5 Результат розпізнавання образів

Наступним кроком є порівняння окремих елементів креслення з базовими технологічними процесами результатом є файл з розширенням .txt де можна внести корективи стосовно технологічного процесу токарної обробки.



```
СИСТЕМА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НА ОСНОВІ РОЗПІЗНАВА... - □ ×
Файл Правка Формат Вид Справка
05 Відрізання заготовки.
010 Обробка торцевої поверхні та її центрування
015 Виготовлення протилежної торцевої площині і її центрування.
020 Чорнова обробка однієї половини заготовки, що знаходиться в центрах.
025 Чорнова обробка другої частини заготовки.
030 Чистова обробка першої та другої частини заготовки
```

Рис. 4.1.6 Результат проектування технологічного процесу токарної обробки

Звісно ж даний технологічний процес є чорновим варіантом, так як система знаходиться лише на стадії розробки, тому втручання в корегування результатів інженера-технолога на даному етапі є необхідна.

4.2. Рекомендації з використання розпізнавання образів для проектування технологічного процесу токарної обробки

Для вирішення поставленої мети роботи дисертації потрібно виконати такі етапи:

1. Дослідити об'єкт дослідження, провести аналіз яким чином та існуючі засобами досягнуто мети на даний момент часу.
2. Виконати процес визначення вхідної інформації і параметру за яким виконується розпізнавання образів. В даному випадку це є зображення креслення деталі, проте можуть бути також і інші характеристики об'єкта.
3. Обрати засіб розробки системи. Мова програмування Python цілком задовольняє потрібні вимоги, тому є ефективним вирішенням поставленої задачі.
4. Визначити методи за допомогою яких буде здійснено розпізнавання образів. Кластерний аналіз дає змогу зробити це на практиці.

5. Побудова матриці та віднесення схожих об'єктів до однієї групи для визначення контурів креслення.
6. Порівняти з базовими технологічними процесами креслення деталі.
7. Процес проектування технологічного процесу токарної обробки.

Висновки до розділу 4

1. Використано всі рекомендації стосовно теорії розпізнавання образів та побудови технологічних процесів в цілому.
2. Наведено переваги використання мови програмування Python та бібліотеки OpenCV.
3. Виконано табличне представлення опису змінних, функцій та засобів програми.
4. Обгрунтовано рішення використання програми в командній стрічці і переваги перед віконними програмами
5. Розглянуто інструкцію запуску програми та підготовки вхідної інформації для неї.
6. Представлено рекомендації з використання розпізнавання образів для проектування технологічного процесу токарної обробки
7. Здійснено програмну реалізацію алгоритму при проектуванні технологічних процесів токарної обробки деталі

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ «Система проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів»

5.1 Опис ідеї проекту

Розглянувши в попередніх розділах вплив методів розпізнавання образів на проектування технологічного процесу токарної обробки створено програмний продукт проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів.

В даному розділі проводиться аналіз стартап проекту, головною метою якого є визначення шансу виходу продукту на ринок і змога конкурувати з вже існуючими продуктами.

Ідея проекту полягає у створенні власного програмного продукту.

У таблиці 5.1 зображено ідею проекту та потенційні ринки з пошуку клієнтів, які будуть потенційними, для збуту[28].

Таблиця 5.1. Опис ідеї стартап проекту

Ідея проекту	Сфери застосування	Вигоди для користувача
Розробка програмного продукту проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів	Підприємства, які займаються механообробкою і виготовляють деталі на токарних станках	<ol style="list-style-type: none">1. Прискорення проектування технологічного процесу2. Зменшення часових витрат3. Автоматизація процесу виробництва
	Навчальні заклади за напрямом підготовки спеціалістів в галузі приладобудування	<ol style="list-style-type: none">1. Розробка власних технологічних процесів2. Корегування вже розроблених технологічних процесів

Отже, пропонується новий спосіб проектування технологічного процесу токарної обробки, що реалізовується шляхом створення методики використання

розпізнавання образів, власного алгоритму та розробки комп'ютерної програми, що прискорює процес проектування технологічного процесу з можливістю подальшого його корегування.

Далі проводимо аналіз техніко-економічних переваг ідеї порівнюючи з пропозиціями існуючих конкурентів:

- визначаємо перелік техніко-економічних параметрів ідеї;
- оцінюємо попереднє коло конкурентів, товарів-аналогів чи товарів-замінників, існуючих на ринку, а також проводимо інформаційний пошук щодо значень техніко-економічних показників ;
- Виконуємо аналіз порівняння показників: для проекту та визначено а) слабкі значення (W); б) нейтральні (N); в) сильні значення (S) (табл. 5.2) [28].

Таблиця 5.2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№	Техніко-економічні параметри ідеї	товари конкурентів				W	N	S
		Мій проект	Plan Tracer	Web-lancer	Auto CAD			
1.	Розпізнавання креслення	Є	є	є	є		+	
2.	Торгівельна марка	Відсутня	є	є	є			+
3.	Проектування технологічного процесу	є	немає	немає	немає			+
4.	Патенти на родукти	Відсутній	є	є	є	+		
5.	Вартість програмного забезпечення	Середня ціна	Висока ціна	Висока ціна	Висока ціна			+

Після порівняння характеристик проекту з конкурентами визначено сильні, нейтральні та слабкі параметри ідеї товару, після чого можна формулювати висновки про його конкурентоспроможності. Недоліком є те, що товар не

захищений від копіювання за рахунок відсутності патенту на винахід. Проте сильною стороною є можливість проектування технологічного процесу для токарної обробки деталі.

5.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Проводимо аудит мови програмування, використовуючи яку можна реалізувати ідею для створення проекту.

Ідея проекту передбачає аналіз характеристик, що вказані в таблиці 5.3 [28].

Таблиця 5.3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

№	Ідея проекту	Технології що використовуються	Наявність технології	Доступність технології
1.	Попередня обробка зображення	Мова програмування (Python)	Наявні технології	Доступні технології
2.	Переведення зображення в чорно-білу палітру	Мова програмування (Python)	Наявні технології	Доступні технології
3.	Усування шуму в зображенні	Мова програмування (Python)	Наявні технології	Доступні технології
4.	Видалення перешкод між об'єктом і фоном	Мова програмування (Python)	Наявні технології	Доступні технології

З аналізу таблиці випливає, що проект можна реалізувати за будь якою технологією, проте попередня обробка зображення і видалення перешкод між об'єктом і фоном приведе до найкращих результатів.

5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей ідеї проекту, що використовуються для запуску проекту на ринку, а також загрози, які можуть заважати реалізації.

Це дозволяє завчасно спланувати вектори розвитку проекту.

В таблиці 5.4 наведено динаміка розвитку ринку аналіз попиту і його наявність та обсяг [28].

Таблиця 5.1. Характеристика потенційного ринку проекту

№	Показники ринку та його стан	Характеристика
1	Кількість основних гравців, од	5
2	Об'єм продаж, грн/ум.од	54998
3	Якісна оцінка динаміки ринку	Збільшується
4	Характер обмежень для входу	Конкуренція серед зарубіжних фірм
5	Вимоги до сертифікації та стандартизації	Відсутність вимог
6	Середня значення норми рентабельності по ринку, %	42,8%

За попереднім оцінюванням на ринку є тенденція росту та хороший попит на продукт який пропонується, тому робимо висновок, що ринок потребує входження такого продукту, хоч на ньому вже існують вітчизняні і іноземні фірми, що мають досвід багатьох років, але за рахунок нової технології, продукт є конкурентоспроможними.

Визначення груп клієнтів які є потенційними, характеристики, та орієнтовне формування переліку вимог до товару (табл. 5.5).

Таблиця 5.2. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№	Потреба на ринку	Основна аудиторія ринку	Різниця поведінки різних груп клієнтів	Потреба споживачів товару
	Час на технологічну підготовку виробництва	Підприємства по виготовленню деталей на токарних станках	Час роботи, а також ціна є основними факторами, які формують поведінку клієнтів	Збереження креслення в форматі JPEG, Встановлене середовище.

Так як потреба часу на технологічну підготовку виробництва на ринку є досить актуальною, то потенційною групою клієнтів продукту будуть підприємства з виготовлення деталей на токарних станках, які оцінять економічну вигоду та простоту використання програми, так як серед вимог є лише збереження креслення в форматі JPEG та встановлене середовище..

Використання даної технології створює певні фактори загрози. (таблиця 5.6). Для запобігання таких випадків необхідно якісне обладнання, а також працювати з такими програмами повинні саме кваліфіковані фахівці. Також, повинно своєчасне технічне обслуговування даного продукту [28].

Таблиця 5.3. Фактори загроз

№	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Конкуренція	Популярний асортимент продукції конкурентів	Доведення на практиці, що технологія буде економічно вигіднішою, ніж у конкурентів
2.	Постачання	Проблема з фірмами постачальниками	Політика розповсюдження продукту
3.	Технічний	Не розуміння методики	Спрощення алгоритмів методики
4.	Старіння	Поява модернізованої продукції	Огляд трендів, постійне вдосконалення згідно з вимогами ринку
5.	Відсутність попиту на продукцію	Перехід нові технології не є бажаним серед споживачів	Представлення доведення, що до збільшення попиту на продукт приведе дана зміна технології

В таблиці 5.6 описано фактори загроз які можуть виникнути під час ринкового впровадженню проекту, найбільш важливим фактором є відсутність попиту на продукцію, тому що підприємства складно йдуть на контакт, а дана технологія є досить новою, тому бажання споживачів переходити мінімальне.

Із факторами загроз існують також і деякі можливості (таблиця 5.7) [28].

Таблиця 5.4. Фактори можливостей

№	Фактори	Можливості	Реакція компанії
1.	Економічні	Підтримка інновацій у виробництві.	Зменшення та збільшення на продукт цінової категорії;

2.	Науково-технічні	Зміна технології товару	Впровадження технології, що приводить до зміни вартості товару
3.	Попит	Збільшення надійності продукту	Постійна модернізація продукту, слідкування за ринком технологій
4.	Нова роздрібна мережі	Входження до числа нових постачальників продукту	Акцентування на якості продукції для споживачів
5.	Політико правові	Вплив на продаж товару.	Зміна векторів імпорту товару

Здійснено огляд та визначено фактори можливостей які спонукають до впровадження проекту на ринок, а також вигоди компанії які вона отримає згідно з реакцією споживачів.

Ступеневий аналіз конкуренції на ринку наведено в (таблиці 5.8), де приведені особливості конкурентного середовища, прояв характеристики а також вплив на діяльність підприємства [28].

Таблиця 5.5. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Середовище конкурентів та його особливості	Прояв даної характеристики	Вплив та дії компанії на діяльність підприємства
1. Національний	Гонка фірм на міжнародному рівні	Математичні розрахунки зі збільшення надійності.
2. Внутрішньогалузева	Задоволення потреб у виготовленні продукції	Відмінності товару в якості та ціні
3. Товарно-видова	Різна кількість товарів для задоволення особливих потреб	Розробка нових технологій
4. Марочна	Відповідальність за свій продукт підприємства	Свласної марки та її створення
5. Олігополія	Присутність фірм які конкурують	Товарна вдосконаленість
6. Цінова	Використання ціни як засобу для кращих умов збуту	Підвищення якості продукту, за тією ж ціною, що у конкурентів

Виконавши ступеневий аналіз конкуренції на ринку визначено конкурентне середовище та його особливості, які проявляються параметри і визначено що внутрішньогалузева тип середовища є найголовнішим фактором

в даній сфері тому що дії компанії, щоб тримати конкуренцію є виготовлення товару відмінного в якості та ціни.

Після виконання аналізу конкуренції в (таблиці 5.9) представлено більш детальний аналіз умов конкуренції за М. Портером [28].

Таблиця 5.6. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Параметри аналізу	Конкуренти конкретно в галузі	Потенційні конкуренти	Потенційні постачальники	Потенційні клієнти	Товари-замінники
	PlanTracer, Weblancer, AutoCAD	Широкий вибір товарів	Кількість поставок	Розмір торговельних закупівель	Марка конкурентів та їх ціна
Результат:	Прийнятна інтенсивність конкуренції.	Існує можливість входження на ринок використовую нову технологію	Залежність якості продукції, обсягів відпостачальників	Очікування ціни і якості готового продукту	Певна кількість схожих товарів

Отже, згідно з проведеним аналізом конкуренції в даній галузі основними є постачальники зі споживачами. Більшого поширення набуває ріст конкуренції між конкурентами які інсують .

Після всіх аналізів визначається та обґрунтовуються фактори конкурентоспроможності. Поки проект не впроваджено можна дати попередню оцінку конкурентоспроможності [28].

Таблиця 5.7. Пояснення факторів конкурентоспроможності

№	Фактори можливої конкуренції	Обґрунтування факторів для порівняння проектів конкурентів
1	Новизна	Нова технологія дозволяє продукту стати єдиним в конкуренції на ринку
2	Надійність	Більша надійність продукту
3	Довговічність	Більша довговічність продукту
4	Час роботи	Так як надійність і довговічність зростає то і час роботи також
5.	Ціна	Зниження ціни на продукт, введення акцій.

Таблиця 5.8. Порівняльний аналіз слабких сторін та сильних

№	Фактори можливої конкуренції	Бали 1-20	Рейтинг порівняння товарів-конкурентів						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Новизна	18,0						+	
2	Надійність	16,0					+		
3	Довговічність	16,0					+		
4	Час роботи	17,0						+	
5.	Ціна	12,0				+			

З таблиць 5.10 та 5.11 легко бачити суттєві фактори можливої конкуренції та ті які можуть внести зміни в впровадженні нового програмного забезпечення. Основною перевагою та головним досягненням є новизна продукту та технічна підтримка у використанні споживачем [28].

Таблиця 5.9. SWOT- аналіз стартап-проекту

<p>Домінуючі сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проектування технологічного процесу - можливість розпізнавати креслення така ж як і у конкурентів - низька вартість програмного забезпечення 	<p>Слабкі сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Патенти на продукти відсутні, тому споживачі продукту не впевнені у якості продукту; - Необхідність компанії проводити рекламу свого продукту так як продукт ще не зарекомендував себе на ринку.
<p>Можливості:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Інноваційне виробництво. 2. Зміна технології виготовлення товару 3. Попит та його збільшення 4. Вступ до числа постачальників мережі 5. Вплив на продаж товарного продукту. 	<p>Загрози:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проблема з постачальниками ПЗ. 2. Широкий спектр продукції конкурентів 3. Не розуміння методики 4. Поява модернізованої продукції 5. Споживачі не виявляють бажання переходити на сучасну технологію

SWOT-аналіз дає можливість створити заміну ринкової поведінки для виходу проекту на ринок за найбільш оптимальний час. А також проведено перелік домінуючих сторін проекту, загроз та ринкових можливостей.

Даній заміні можна привести альтернативу ринку впровадження[28].

Таблиця 5.10. Альтернативи ринку впровадження проекту

№	Альтернатива та комплекс заходів поведінки на ринку	Результати ймовірності	Строки реалізації
1	Сильні сторонами стартапу за рахунок стратегії нейтралізації загроз на ринку	Високі результати	4 місяців
2	Наявність можливостей ринку та їх стратегія з компенсації слабких сторін	Високі результати	8 місяці
3	Стратегія «ауту»	низька	

Серед зазначених альтернатив обираємо стратегію нейтралізації загроз на ринку для укріплення сильних сторін стартапу, тобто обираємо ту яка є найшвидшою в реалізації.

5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Процес розробки стратегії на ринку перш за все полягає у визначенні стратегії ринку та його охоплення з використанням опису основних груп споживачів, які вважаються потенційними[28].

Таблиця 5.11. Вибір основних груп потенційних споживачів

№	Опис компаній споживачів, які вважаються потенційними	Сприйняття продукт та готовність споживачів	Попит серед цільової групи	Частота конкуренції	Складність входження
1	Промислові	Готові	Середній попит	Середня	Середня
2	Державні			Висока	Складна
3	Приватні			Висока	Складна
Прийнято рішення що компанія буде працювати із промисловими компаніями, виходячи з аналізу потенційних груп споживачів.					

За результатами аналізу потенційних груп споживачів обрані цільові групи, для яких будемо пропонувати свою систему проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів.

Працюючи з ринком потрібно визначити розвиток базової стратегії [28].

Таблиця 5.12. Визначення базової стратегії розвитку

№	Альтернативний бік розвитку проекту	Ринкова стратегія з охоплення	Ключові позиції конкуренції згідно з альтернативою	Базова стратегія
1	Забезпечення покращення сильних сторін	Диференціація маркетингового дослідження	Ціна нижча ніж у конкурентів. Підтримка клієнтів	Диференціації

Визначено стратегію для широкого охоплення ринку: диференціація маркетингового дослідження, тому що суть полягає в розробці програмного продукту. Отже за базову стратегію розвитку було взято стратегію диференціації.

Наступний етап полягає у виборі стратегії поведінки конкурентів (табл. 5.16)[28].

Таблиця 5.13. Визначення стратегії поведінки конкурентів

№	Чи є на ринку проекти аналоги?	Чи буде компанія забирати існуючих споживачів у конкурентів?	Чи копіюватимуться основні ідеї конкурентів, якщо так то які?	Конкурентна стратегія поведінки
1	На ринку є проекти аналоги	Так	Копіювання не буде	Стратегія входу до конкурентної ніші

Обрано стратегію входу до конкурентної ніші тобто коли компанія в вибирає один чи більше ринкових сегментів для якості цільового ринку. Завданням є постійна підтримка зі прихильності споживачів.

Таблиця 5.14. Визначення стратегії позиціонування

№	Вимоги цільової аудиторії до товару	Стратегія з розвитку	Ключові позиції конкуренції	Комплексні позицію власного проекту
1	Вдосконалення продукту	Диференціальна	Прихильність споживачів, за вдяки невисокої ціни	Ціна. Простота Технічна підтримка.

Результатом є комплекс рішень щодо поведінки компанії на ринку, тому що саме вона визначає в який вектор буде обрано компанією на ринку.

5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Для розробка маркетингової програми стартап-проекту потрібно розробити певні концепції товару, який в результаті буде у споживача. Таблиця 5.18 ілюструє результати аналізу конкуренції товару на ринку [28].

Таблиця 5.15. Ключові переваги концепції товару

№	Потреба	Вигода з товару	Основні переваги перед конкурентами
1	Програмного забезпечення проектування технологічного процесу для пришвидшення його побудови	Проектування технологічного процесу токарної обробки, прискорення і отримання результатів	Покращення та пришвидшення роботи алгоритму Покращення програми за допомогою нових можливостей. Оновлення програмного продукту

Завдяки перевагам товару перед іншими, можна відмітити властивості які розрізняють з конкурентами, оновлення програмного продукту та покращення та пришвидшення роботи алгоритму [28].

Таблиця 5.16. Опис рівнів моделі товару

Рівні моделі	Основні складові та сутність
I. Товар за задумом	Програмне забезпечення для проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів. Можна виділити наступні результати: - роботи інженера-технолога спрощення;

	- процес виробництва пришвидшено		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості	М/Нм	Тх/Вр/Тл
	1. Довговічність	Нм	Тх
	2. Економічні	Нм	Вр
	3. Призначення	Нм	Тх
	4. Надійність	М	Тл
	5. Технологічні	М	Тх
	Якість: згідно нормам продукції		
	Пакування: програмне забезпечення записане на компакт диск.		
	Марка: найменування організації		
III. Товар із підкріпленням	Поширення реклами		
	Акція, яка передбачає придбати товар за зниженою ціною		

В таблиці 5.19 розглянуто модель що складається з трьох рівнів товару яка містить програмне забезпечення для проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів.

Визначення цінових меж є наступним кроком, якого потрібно дотримуватися при розрахунку ціни на товар, що передбачає аналіз цін товарів конкурентів (табл. 5.20)[28].

Таблиця 5.17. Визначення меж встановлення ціни

№	Ціна на товари-аналоги	Ціна на товаро-замінники	Рівень доходу споживачів	Нижня та верхня межа ціни на товар
1	23898 грн	20 550грн	Вище середнього	14999 - 30001 грн

Проаналізовано ціни на товари-аналоги та товаро-замінники, встановлено що рівень доходів споживачів є вище середнього. Тому встановлено нижню та верхню межу ціни на нашу програму[28]

Таблиця 5.18. Формування системи збуту

№	Специфіка поведінки клієнтів і їх закупок	Функції повинен виконувати постачальник	Канал збуту	Оптимальна система збуту
1	Звичайна купівля, передбаченням якої є придбання товарів	Доставка товару та подальше налаштування.	Нульовий рівень	Безпосередній продаж товару клієнту виробником.

Спираючись на специфіку поведінки цільових клієнтів було обрано продаж товару клієнту виробником. через продаж в магазинах. Обрано канал нульового рівня, так як компанія прагне до тісних контактів із споживачами.

Таблиця 5.19. Концепція маркетингових комунікацій

№	Поведінка клієнтів та їх специфіка	Комунікація з клієнтами	Ключові позиції для позиціонування	Завдання реклами	Рекламне звернення
1	Аналіз інформації на відомих ресурсах	Інтернетресурси, виставки	Поступове прийняття рішень.	Інформаційний пошук нових товарів	Час економить простота використання

Результатом даного є звернення уваги на канали комунікації, а саме на інтернетресурси та виставки в галузі приладобудування і приділення особливої уваги концепції рекламного звернення стосовно економії часу та простоти використання . А також особливо важливим є інформаційне завдання про новий товар виходу на ринок.

Висновки до розділу 5

Узагальнюючи проведений аналіз стартап проекту можна зробити висновок, що запропонований спосіб проектування технологічного процесу токарної обробки, який реалізовується шляхом створення методики використання розпізнавання образів, власного алгоритму та розробки комп'ютерної програми, що прискорює процес проектування технологічного процесу з можливістю подальшого його корегування є доцільним.

Виконано порівняння параметрів проекту з конкурентами визначено перелік сильних, слабких та нейтральних параметрів товару. Досліджено що товар не захищений від копіювання за рахунок патенту на винахід. Однак перевагою є можливість проектування технологічного процесу для токарної обробки деталі.

Проаналізовано що реалізація буде успішною а саме ідея з попередньою обробкою зображення і видалення перешкод між об'єктом і фоном приведе до найкращих результатів.

Визначено фактори загроз і можливостей основними з яких є відсутність попиту на продукцію які сприяють ринковому впровадженню проекту та вигоди які компанія може отримати відповідно від реакції споживачів.

Обрано особисту систему збуту, коли виробник безпосередньо продає товар клієнту через торгівлю в магазинах.

Визначено стратегію захоплення ринку, а саме диференціації та прийнято базову стратегію конкурентної поведінки.

Отже, подальша робота з виходу на ринок є доцільною за рахунок сильних сторін продукту і наявного попиту на ринку.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз літературних джерел та встановлено задачі які виконуються за допомогою розпізнавання образів.
2. Запропоновано методику проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів.
3. Створено алгоритм з розпізнавання образів за допомогою методу кластерного аналізу для проектування технологічних процесів.
4. Розроблено систему проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів
5. Розроблено рекомендації з використання розпізнавання образів для проектування технологічного процесу токарної обробки
6. Розроблено стартап-проект та встановлено його можливість реалізації проекту, а також впровадження на ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.:Машиностроение, 1986. – 656 с., ил.
2. Остафьев В.А., Антонюк В.С., Выслоух С.П. и др.Физические основы процесса резания под редакцией д.т.н. Остафьева В.А. – Киев: изд. «Вища школа», 1976. - 136 с.
3. . Автоматизированное проектирование технологических процессов // Антонюк В.С., Выслоух С.П., В.И. Аверченков. – Киев УМК ВО, 1989 – 116 с.
4. Основы автоматизации проектирования технологических процессов изготовления монолитных элементов, конструкций летательных аппаратов / Ю. В. Лысенко, В. В. Павлов [и др.]. – М. : МФТИ, 1977. – 51 с.
5. Остафьев В.А., Антонюк В.С., Выслоух С.П. и др. САПР. Типовые математические модели и алгоритмы расчёта оптимальных режимов одно инструментальной обработки материалов резанием МР-119-85. – М: Госстандарт 1985 г. 120 с.
6. Вислоух С. П. Інформаційні технології в задачах технологічної підготовки приладо- та машинобудівного виробництва : монографія / С. П. Вислоух. – К. : НТУУ «КПІ», 2011. – 488 с.
7. Основы теории распознавания образов : навч. посіб. : у 2 ч. / А. С. Довбиш, І. В. Шелехов. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – Ч. 1. – 109 с.
8. Вапник В. Н., Червоненкис А. Я. Теория распознавания образов. Статистические проблемы обучения. — 1974.
9. Глушков В.М., Амосов Н.М., Артеменко И.А. Энциклопедия кибернетики. Том 2. Киев, 1974 г.
- 10.Дремин И. М., Иванов О. В., Нечитайло В. А. Вейвлеты и их использование //Успехи физических наук. — 2001. — Т. 171. — № . 5. — С. 465-501.

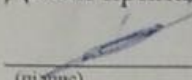
11. Дж Т., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. — 1978.
12. Вудс Р., Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений //М.: Техносфера. — 2005. (з 1)
13. Шапиро Л., Стокман Д. Компьютерное зрение //М.: Бином. Лаборатория знаний. — 2006. — Т. 752.
14. Д. Форсайт и Ж. Понс, Компьютерное зрение. Современный подход, Издательство: Вильямс, 2004.
15. С. S. А. Т. D. Erhan, «Neural Information Processing Systems,» в Deep Neural Networks for Object Detection, 2013.
16. Х. П. Дуда Р., Распознавание образов и анализ сцен, Москва: Издательство «МИР», 1976.
17. Н. Новикова, Структурное распознавание образов, Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2006.
18. Главач В., Шлезингер М.И. Десять лекций по статистическому и структурному распознаванию образов. К.: Наукова думка, 2004. www.irtc.org.ua/image/Files/Schles/esh10_full.pdf. (дата звернення 15.09.18).
19. Местецкий Л.М. Математические методы распознавания образов. (Курс лекций). ВмиК МГУ: Москва, 2004).
20. Лепский А.Е., Броневиц А.Г. Математические методы распознавания образов. (Курс лекций). Южный федеральный университет: Таганрог, 2009. (дата звернення 22.08.18). http://www.lepskiy.ucoz.com/lect_Lepskiy_Bronevich_pass.pdf
21. Воронцов К.В. Алгоритмы кластеризации и многомерного шкалирования. Курс лекций. МГУ, 2007.
22. Антонюк В.С., Выслоух С.П., Катрук О.В. Классификация и распознавание образов при автоматизированном проектировании технологических процессов. // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ–Київ, Вип. №23, 2008. – С. 176–182.

- 23.Выслоух С.П. Распознавание образов, классификация и снижение размерностей при проектировании процессов абразивной обработки // Процессы абразивной обработки, абразивные инструменты и материалы: Сборник статей международной научно-технической конференции. Волжский инженерно-строительный институт (филиал) ВолгГАСА. – Волжский, 2003. – С. 212–216.
- 24.Антонюк В.С. Методологія наукових досліджень: [Текст] : навч. посіб./ В.С. Антонюк, Л.Г. Полонський, В.І. Аверченков, Ю.А. Малахов. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 286 с.
- 25.Чимитов П. Е. Разработка математической модели сборочных процессов с использованием методов распознавания образов : автореф. дис. канд. техн. наук : спец. 05.02.08 «Технология машиностроения» / Чимитов Павел Евгеньевич ; Иркутский государственный технический университет. – Иркутск, 2010. – 20 с.
- 26.Бібліотека OpenCV [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/OpenCV> (дата звернення 22.10.18). – Назва з екрана.
- 27.Муха Р. Ю. Розпізнавання образів як інструмент для проектування технологічного процесу / Р. Ю. Муха, В. С. Антонюк// XIV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ У ПРИЛАДОБУДУВАННІ», 04-05 грудня 2018 р., м. Київ, Україна збірник статей / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ПБФ. – Київ: Центр учбової літератури, 2018. – С. 150–154.
- 28.Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс]: Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

Додатки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан приладобудівного факультету


(підпис) Г. С. Тимчик
(ініціали, прізвище)

« 12 » 12 2018 р.

АКТ
ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ
РОБОТИ

магістранта Мухи Романа Юрійовича

на тему

«Система проектування технологічного процесу токарної обробки на основі
розпізнавання образів»


Комісія у складі:

Голова комісії: заст. декана з навч.-метод. роботи, кт.н., доцент Філіппова М.В.


Члени комісії: - д.т.н., професор Антонюк В.С.

- к.т.н., доцент Вислоух С.П.

цим актом засвідчую те, що результати магістерської дисертаційної роботи Мухи Романа Юрійовича на тему «Система проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів», а саме розробка програмного забезпечення для проектування технологічного процесу токарної обробки, використовується викладачами кафедри виробництва приладів приладобудівного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського при проведенні комп'ютерних практикумів з дисципліни «Технології приладобудування».

Голова комісії:  Філіппова М.В.

Члени комісії:  Антонюк В.С.

 Вислоух С.П.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ТОВ "Екстудер"
Україна
Бабченко В.В.
2018 р.



АКТ

про впровадження результатів магістерської дисертації
студента гр. ПБ-71мп
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Мухи Романа Юрійовича

Комісія в складі голови – директора Бабченка Василя Васильовича і членів: головного конструктора Бабченка Олександра Васильовича і головного технолога Попова Євгена Віталійовича склали дійсний акт про те, що результати магістерської дисертації «Система проектування технологічного процесу на основі розпізнавання образів», зокрема:

- методику проектування технологічного процесу на основі розпізнавання образів.
- алгоритм розпізнавання образів для проектування технологічного процесу.
- розроблений програмний продукт проектування технологічного процесу токарної обробки на основі розпізнавання образів.

використані при обробці відповідальних нежорстких ступеневих валів в службі головного технолога Попова Є.В.

Впровадження в технологічний процес обробки результатів магістерської роботи підвищує ефективність розробки технологічних процесів, зменшує матеріальні та часові витрати на виготовлення деталей та введення відповідної корекції в керуючу програму обробки деталі на верстаті з числовим програмним керуванням. В результаті значно підвищено продуктивність процесу точіння.

ГОЛОВА КОМІСІЇ:

Директор

ЧЛЕНИ КОМІСІЇ:

Головний конструктор

Головний технолог

(Handwritten signatures of V.V. Babchenko, O.V. Babchenko, and S.V. Popov)



Бабченко В.В.

Бабченко О.В.

Попов Є.В.

СПИСОК

наукових та навчально-методичних праць

Мухи Романа Юрійовича

№	Найменування праць	Рукописні або друковані	Назва видавництва, журналу (номер, рік), або номер диплома на винахід	Кількість друкованих аркушів або сторінок разом	Співавтори
1	2	3	4	5	6
1. <u>Наукові статті</u>					
1	Розпізнавання образів як інструмент для проектування технологічного процесу	Друк.	XIV ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ, АСПРАНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ «ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ У ПРИЛАДОБУДУВАННІ» 4-5 ГРУДНЯ 2018Р., М. КИЇВ, УКРАЇНА	3	Антонюк Віктор Степанович
2	Методи підвищення якості і продуктивності обробки деталі на багатоцільових верстатах.		XII НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ, АСПРАНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ «ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ У ПРИЛАДОБУДУВАННІ» 15 березня 2016 року М. Київ, Україна	1	Заєць Сергій Сергійович

3	Проведения испытаний по проверке адекватности, устройства, повышения надежности формообразования		9–Я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ «НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ» 20 – 22 апреля 2016 г. Республика Беларусь Г. Минск, БНТУ	1	Заєць Сергій Сергійович
4	Вибір методу дослідження стану твердосплавних механічних властивостей кінцевих фрез		ІХ НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ ТА АСПІРАНТІВ « ПОГЛЯД У МАЙБУТНЄ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ» , 17-18 КВІТНЯ 2016 РОКУ, НТУУ «КПІ», М. КИЇВ, УКРАЇНА	1	Заєць Сергій Сергійович
5	Дослідження зношення ріжучої кромки кінцевої фрези при фрезеруванні Алюмінієвих сплавів		ІХ НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ ТА АСПІРАНТІВ « ПОГЛЯД У МАЙБУТНЄ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ» , 17-18 КВІТНЯ 2016 РОКУ, НТУУ «КПІ», М. КИЇВ, УКРАЇНА	1	Заєць Сергій Сергійович Онкалюк Олег Ігорович

Студент

(підпис)

Р. Ю. Муха

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

В. С. Антонюк

(ініціали, прізвище)