



The Ministry of  
Education and Science  
of Ukraine

<https://nure.ua/>

Kharkiv National  
University of  
Radio Electronics

**KITAM**

3  
2  
0  
2

# COLLECTION

OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2023

(Part 1)



**Industry 4.0**



Digital control  
life cycle



Distributed Computer  
Systems



Fast  
integration and  
flexible  
configuration



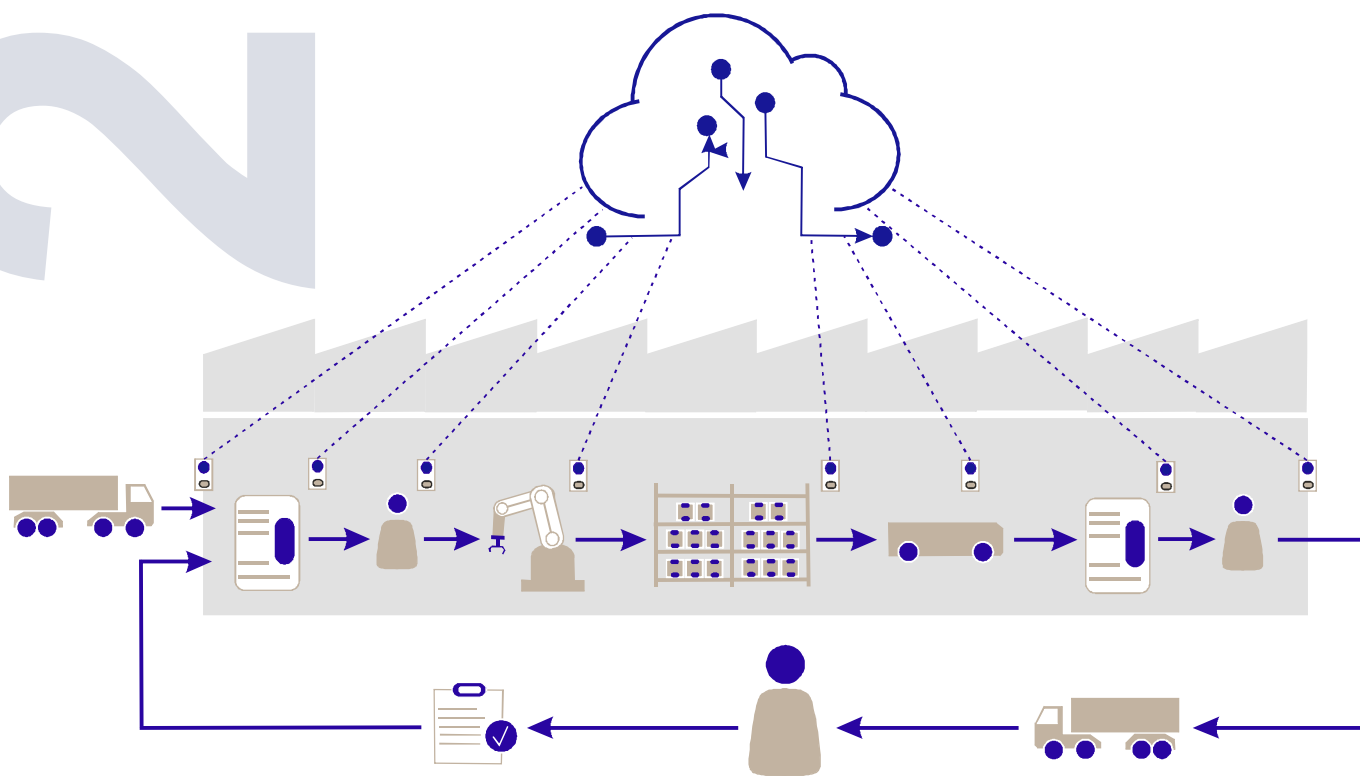
Cyber-physical  
system



3  
2  
0  
2

# ЗБІРНИК

студентських наукових статей  
«Автоматизація та приладобудування»  
ADED-2023  
(Випуск 1)  
[електронне видання]



Industry 4.0

- Головий редактор** **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Редакційна колегія:** **Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.  
**Цимбал Олександр Михайлович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.  
**Андрусевич Анатолій Олександрович**, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету  
**Косенко Віктор Васильович**, доктор технічних наук, професор, зам. директора Державного підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості».  
**Замірець Микола Васильович**, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.  
**Свищ Володимир Митрофанович**, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».  
**Фомовська Олена Владиславівна**, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.  
**Кухаренко Дмитро Володимирович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського  
**Демська Наталія Павлівна**, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.  
**Фурманова Наталія Іванівна**, кандидат технічних наук, доцент, в.о. декана факультета Радіоелектроніки і телекомунікацій, Національного університету «Запорізька політехніка».
- Відповідальний редактор:** **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Автоматизація та Приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2023) [Електронний ресурс]: збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Вип. 1. – 336с.

Collection of Students' Scientific Paper «Automation and Development Of Electronic Devices» ADED-2023 Part 1 (Key infrastructure 2023) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Elektronik [electronic edition], 2023. – 336p with.

Рекомендовано рішенням  
Науково-технічної ради  
Харківського національного  
університету радіоелектроніки  
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради  
факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій  
Харківського національного  
університету радіоелектроніки  
протокол № 6 від 01.05.2023

Збірник містить наукові статті здобувачів першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія. Статті надані в авторській редакції.

©ХНУРЕ, 2023 рік

## ЗМІСТ

<i>Бацуля Р. В.</i> Аналіз сучасних розробок у сфері робототехніки .....	9
<i>Дяченко Е. С.</i> Аналіз сучасних розробок в області розумного будинку .....	15
<i>Кап'юнкін В. Г.</i> Розроблення системи голосового керування сайтом для людей з обмеженими можливостями .....	19
<i>Карташова В. В.</i> Аналіз сучасних роботизованих та експертних систем .....	24
<i>Кащев В. А., Артюх В. С.</i> Аналіз створення інтерфейсів користувача програмного забезпечення автоматизованих систем .....	31
<i>Кравченко С. В.</i> Аналіз автоматизованих систем керування технологічними процесами сучасного підприємства .....	36
<i>Наумов М. С.</i> Автоматизація приладобудівних приміщень .....	42
<i>Остапенко І. В.</i> Комп'ютерне зорове сприйняття .....	47
<i>Перебийніс Д. А.</i> Аналіз сучасного стану розробок в області автоматизації .....	52
<i>Рудакова Г. В.</i> Аналіз сучасних розробок в області комп'ютерного зору .....	57
<i>Дмитрієв Д. В.</i> Розробка макету пристрою дистанційного керування антропоморфним хватним пристроєм .....	61
<i>Андреев А. С.</i> Перспективи використання PHP та MYSQL в проектах .....	66
<i>Вінниченко С. О.</i> Огляд можливих ризиків кібератаки для віртуального підприємства та способів їх запобігання .....	70
<i>Гребенков Д. В.</i> Огляд сучасних безпілотних літальних апаратів .....	74
<i>Кирпота Ф., Халімонов Я.</i> Особливості QR-кодів та проблеми Fishing .....	78
<i>Макушев І. А.</i> Огляд сучасних роботів-маніпуляторів .....	82
<i>Олінкевич Я. В.</i> PHP & HTML: файли cookie, сесії, автентифікація .....	86
<i>Поліканов К. А.</i> Безпека QR-кодів та Phishing атаки .....	91
<i>Коноваленко К.</i> Розробка структурної схеми мобільної маніпуляційної платформи для розмінування ...	95
<i>Реука Є.</i> Розробка структурної схеми PID контролера для керування позиціонування сонячної панелі для автономних мобільних роботів .....	100

<i>Александров В.О.</i>	
Перспективи розвитку повітряної робототехніки в Україні .....	105
<i>Савін В.А.</i>	
Аналіз сучасних методів виявлення вибухонебезпечних об'єктів .....	110
<i>Залож Є.</i>	
Управління збутом продукції виробничого підприємства на основі динамічних QR-кодів .....	115
<i>Воронов Д.О.</i>	
Розробка програмних модулів на основі датчика LIDAR для системи управління БПЛА .....	119
<i>Коротун Є.В.</i>	
Факторний аналіз фотополімерних смол для 3D-друку .....	124
<i>Світайло Д. М.</i>	
Аналіз причин кібератак та інформаційної безпеки .....	128
<i>Долгуля А.В.</i>	
Дослідження переміщення чотирилапого зооморфного робота «Робокіт» у невизначеному просторі .....	132
<i>Кривий М.В.</i>	
Робототехнічні системи та їхнє використання .....	138
<i>Нієнова Д. V.</i>	
Programmable Providing of Data on Functional Dependencies of Material Characteristics ...	143
<i>Білоус М.Ю., Іщенко М.Д.</i>	
Автоматизація розподілу сервісних робіт на підприємстві .....	147
<i>Кравченко С. В.</i>	
Аналіз сучасного фреймворка ASP.NET CORE для WEB-додатків .....	151
<i>Башкір Б.В.</i>	
Переваги та недоліки термопластавтоматів .....	156
<i>Зибенко О. О.</i>	
Впровадження електроерозійних варстатів з ЧПК в розумне виробництво .....	160
<i>Кальченко А.С.</i>	
Особливості 3D-ДРУКУ для принтерів FDM/FFF .....	165
<i>Маковоз С. К.</i>	
Комп'ютерне моделювання механічної частини плазмового ЧПУ верстата .....	170
<i>Піхтерьов А.Д.</i>	
Переваги та недоліки 3D-принтерів з полярною кінематикою .....	174
<i>Придятько Д.Р.</i>	
Огляд можливостей систем технічного зору для пошуку вибухонебезпечних предметів .....	178
<i>Шерстюк А. М.</i>	
Системологічний аналіз проблеми автоматизації виявлення браку продукції приладобудівельного підприємства .....	183
<i>Лукеча І.</i>	
Математична модель системи позиціонування стимулюючого електрода на біологічно активні точки .....	189
<i>Обозін Я.В.</i>	
Особливості засобів для ремонту пошкоджених автомобілів .....	195
<i>Shevchenko A.A.</i>	
Development of Program Tools to Provide Automated Data Plots Visualisation for Scientific Aided Computation Software .....	199

<i>Шишко А.Т., Кулешов Д.С.</i>	
ІоТ-рішення для автоматизації виробничого приміщення на базі ESP8266 та Веб-сервера .....	205
<i>Білошапка І.В.</i>	
Розробка методів щодо створення програмних модулів автоматизованого проектування деталей для системи LibreCAD .....	209
<i>Левченко К.О.</i>	
Кінематика 3D – принтерів .....	215
<i>Муравка Р.</i>	
Дослідження роботи мобільного робота з використанням різних сенсорів для збору даних про зовнішнє середовище .....	219
<i>Скляр М. В., Тарасенко К. А.</i>	
Впровадження технологій 3D візуалізації у виробництво та навчання .....	224
<i>Скрипниченко В.О.</i>	
Вплив автоматичних регуляторів на лінійні об'єкти автоматизації .....	229
<i>Пустовалов Д.</i>	
Дослідження методу триангуляції та його застосування у робототехніці та повсякденному житті .....	235
<i>Леонов Ю.С.</i>	
Аналіз систем підігріву та підтримання температури повітря в 3D-принтер .....	241
<i>Щербина В.</i>	
Розробка віддаленої системи екстреного керування мобільним роботом на базі ESP8266 .....	245
<i>M. Sc. Isabelle Elisabeth Metzen, Nienova D.V.</i>	
Utilizing Engineering and Programming Approaches Implemented in a Multidisciplinary Experiment as an Innovation Platform for Biological Climate Change Research .....	248
<i>Ахмад Д.Х.</i>	
Сервер для організації обміну даними та керування мобільною платформою .....	253
<i>Бузніков В.Р.</i>	
Використання технології комп'ютерного зору для виявлення вибухонебезпечних предметів .....	257
<i>Гребенюк Б.А.</i>	
Розробка підсистеми управління інтелектуальним роботом .....	263
<i>Карпов М.С.</i>	
Аналіз бездротових сенсорних мереж .....	270
<i>Поддубняк І. А.</i>	
Розробка мобільної платформи для пошукових робіт .....	277
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Інтелектуальна автоматизація технологічних процесів .....	283
<i>Візір Ю.С., Кравченко К.В.</i>	
Система автоматизованого контролю та підтримки оптимального рівня освітленості у приміщеннях .....	287
<i>Лащин З.В.</i>	
Автоматизація процесу управління ресурсами навчальних лабораторій .....	291
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Аналіз сучасних інтелектуальних технологій, які застосовуються при виробництві приборів та систем .....	296

<i>Сокол Б.В.</i>	
Порівняльне моделювання кінематик 3D принтера .....	300
<i>Бєлий Я.В.</i>	
Особливості управління багатоступневими взаємопов'язаними нелінійними об'єктами .....	305
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Інтелектуальна автоматизація технологічних процесів .....	308
<i>Бєлий Я.В.</i>	
Розробка однорівневої системи контролю та управління доступом .....	313
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Аналіз сучасних інтелектуальних технологій, які застосовуються при виробництві приборів та систем .....	318
<i>Монзер А.А.</i>	
Автоматичне визначення області сканування в адаптивній бінарізації зображення .....	322
<i>Савченко П.М.</i>	
Особливості виробничих адаптивних систем автоматичного управління .....	326
<i>Савченко П.М.</i>	
Розробка системи управління світломузичною установкою на базі arduino Nano .....	330
<i>Катишев І.А., Катишев В.І.</i>	
Збільшення ефективності вакуумного сонячного колектора .....	333

## АВТОМАТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ОБЛАСТІ СКАНУВАННЯ В АДАПТИВНІЙ БІНАРІЗАЦІЇ ЗОБРАЖЕННЯ

**А.А. Монзер**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: ali.akhmad@nure.ua

**Анотація:** у роботі розглянуто методи вдосконалення вибору розмірів сканування в адаптивній бінарizaції технологічних зображень для систем технічного зору (СТЗ).

**Ключові слова:** обробка технологічних зображень; адаптивна бінарizaція; метод «Otsu»; топологія ДП; знаходження «Block size».

## AUTOMATIC SCAN AREA DETECTION IN ADAPTIVE IMAGE BINARISATION

**A.A. Monzer**

Kharkiv national university of radio electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, pr. Nauki, 14

E-mail: ali.akhmad@nure.ua

**Abstract:** in this work, methods for improving the choice of scan sizes in adaptive binarisation of technological images for technical vision systems (TVS) are considered.

**Keywords:** process image processing; adaptive binarization; Otsu method; GP topology; finding "Block size".

В основу Industry 4.0 лягли передові дослідження в галузях: штучного інтелекту, робототехніки, хмарних обчислень, адитивних технологій і т.д., синтез застосування яких дозволило удосконалити виробничі технологічні процеси. Найбільш важливим напрямком розвитку концепції в межах Industry 4.0 є розробка нових підходів та засобів для кіберфізичних виробничих систем (CPPS) [1-3]. Особливістю застосування CPPS – є синтез фізичного та кібернетичного світу в єдиний інформаційний еко-простір, який дозволяє створювати дуже гнучкі перенастроювані виробничі лінії [1]. Однією з перспективних сфер застосування CPPS вважається їх впровадження з виробництва високотехнологічних виробів радіоелектронного призначення та вдосконалення систем технічного зору. Обробка зображень топології друкованих плат є важливою складовою Industry 4.0, так як зображення можуть бути використані для автоматизованого контролю якості та візуальної інспекції виробничих процесів, пов'язаних з виробництвом друкованих плат. Основні застосування обробки зображень топології друкованих плат в Industry 4.0 полягають в наступних принципах [2]: контроль якості, візуальна інспекція, моніторинг процесу, автоматичне розпізнавання топології, віртуальна реальність.

Адаптивна бінарizaція – це метод бінарizaції зображень, при якому поріг бінарizaції змінюється в залежності від локального середнього значення пікселів в околі кожного пікселя. Адаптивна бінарizaція робиться шляхом обчислення локального середнього значення пікселів в певному околі «Block size». навколо кожного пікселя, і потім порогове значення вибирається в залежності від цього середнього значення. Якщо значення пікселя більше за поріг, то він вважається білим, інакше – чорним [3].

Цей метод використовується для бінарizaції зображень зі змінним освітленням або шумами, які можуть змінювати глобальний поріг бінарizaції. Дані властивості адаптивної бінарizaції підходять для використання цих методів в аналізі та порівнянні між собою технічних зображень в виробництві отриманих за допомогою систем технічного зору. Цей метод застосовується в багатьох областях, таких як розпізнавання символів, аналіз зображень, медична діагностика тощо. Основними параметрами для адаптивної бінарizaції є:

– метод знаходження середнього значення в пікселів в сканованій ділянці (середнє значення по Гаусу);

– розмір скучної ділянки «Block size».

По свої суті «Block size», являється матрицею в якій знаходяться значення пікселів, рисунок 1.

i	5	120	223	45	154	68
	26	201	167	190	250	89
	78	143	208	80	158	184
	67	223	251	165	95	47
	84	245	84	68	135	69
	82	255	123	175	205	54
				j		

Рисунок 1 – Приклад області «Block size» 3×3

В залежності від розмірів цієї матриці, змінюється здатність розпізнавання дрібних елементів зображення в бінарзації. Чим більше значення розмірів матриці «Block size», тим складніше деталізувати малі елементи, та навпаки чим менше розмір матриці, тим більше знаходження дрібних елементів, (рис 6) [16].

В залежності від складності зображення необхідно підбирати власні значення «Block size», що витрачає час при обробці. Тому розробка автоматизованого знаходження значення «Block size», для різних зображень з різними типами елементів, являється актуальною задачею. «Block size» завжди повинен бути не парним числом для проведення сканування зображень з довільним розміром. Для автоматичного вибору значень «Block size», був побудований наступний алгоритм дій:

- знаходимо глобальний порог бінарзації (t) за допомогою методу «Otsu»;
- бінарізуємо зображення та знаходимо середнє квадратичне відхилення ( $\sigma$ );
- якщо отримане значення парне то віднімаємо одиницю, якщо значення не парне то залишаємо як є, та підставляємо це значення в пошуку «Block size», рисунок 2.

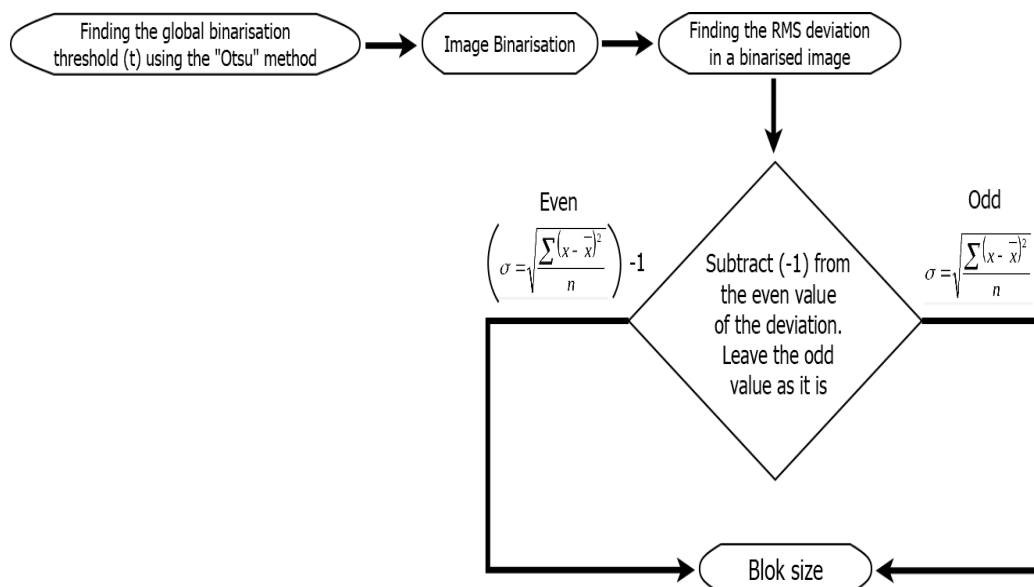


Рисунок 2 – Алгоритм знаходження автоматичного значення «Block size»

В даному підході ми знаходимо рахунок середнього квадратичного відхилення вже в бінарізованому зображенні, це дає інформацію про відхилення значень фон (наприклад білий

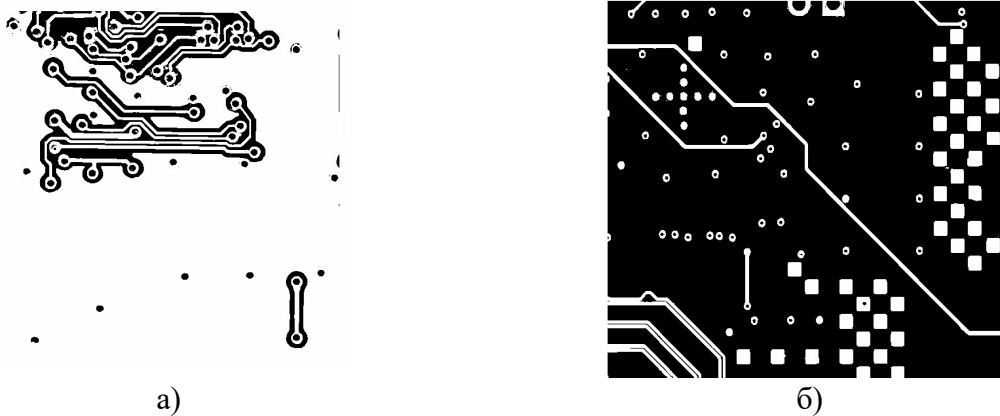
колір) та деталі (наприклад, чорний колір) зображення, яку можна використовувати як розмір скануючої ділянки «Block size».

**ВИСНОВКИ.** Розмір блоку в бінарizaції може впливати на якість результату. Якщо блоки занадто маленькі, то деякі деталі можуть бути втрачені, а якщо блоки занадто великі, то результат може бути неоднорідним. Оптимальний розмір блоку залежить від розміру зображення, характеру зображення та застосованого методу бінарizaції. Зазвичай, для зображень високої роздільної здатності, таких як зображення медичних знімків або зображення високої якості, використовуються більші блоки, тоді як для зображень низької роздільної здатності, таких як зображення з веб-камер або мобільних телефонів, використовуються менші блоки. За результатами роботи були виконано поставлені завдання, а саме:

- проаналізовано предметну область та розглянути особливості бінарizaції зображень;
- розглянуто знаходження порогу бінарizaції по «Otsu»;
- розроблено алгоритм для пошуку розмірів скануючої ділянки «Block size».

Запропонований алгоритм пошуку розмірів скануючої ділянки «Block size» в бінарizaції технологічних зображень топології ДП, можливо виділити наступні переваги даного методу, рисунок 3:

- автоматичне знаходження оптимальної скануючої області Block Size;
- опір шумам зображення без використання згладжуючи фільтрів;
- знаходження деталей у зонах перепаду контрасту.



а) глобальна бінарizaція; б) адаптивна бінарizaція з автоматичним налаштування розміром скануючої ділянки

Рисунок 3 – Результати роботи алгоритму

Сенс використання середнього квадратичного відхилення у бінаризованому зображенні як розмір вікна у адаптивній бінарizaції полягає у наступному:

По перше даний підхід дозволяє отримати глобальне бінаризоване зображення з автоматичним порогом по «Otsu»;

По друге використання середнє відхилення в бінаризованому зображенні так як це дає середнє значення між розміром фону та елементами зображення.

Таким чином отримуємо середнє оптимальне значення для виконання бінарizaції і як можна побачити з прикладів автоматична адаптивна бінарizaція:

- зменшення впливу шумів
- зменшення перепаду контрасту
- можливість знаходити більше деталей.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Igor Gruzman. (2013). Threshold binarization of images based on the skewness and kurtosis of truncated distributions. *Optoelectronics Instrumentation and Data Processing* 49(3). P. 215–220. DOI: 10.3103/S8756699013030011
2. B. Gatos, K. Ntirogiannis, and I. Pratikakis. ICDAR 2009 document image binarization contest (DIBCO 2009). *ICDAR, 2009*. P. 1375–1382. DOI:10.1109/ICDAR.2009.246
3. N. Stamatopoulos, B. Gatos, G. Louloudis, U. Pal, and A. Alaei. ICDAR 2013 Handwriting Segmentation Contest. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR). 2013. P. 1402-1406. URL: [https://www.academia.edu/19693205/ICDAR\\_2013\\_Handwriting\\_Segmentation\\_Contest](https://www.academia.edu/19693205/ICDAR_2013_Handwriting_Segmentation_Contest)
4. Viktoriia Bortnikova, Vladyslav Yevsieiev, Iryna Botsman, Igor Nevliudov, Kostiantyn Kolesnyk, Nazariy Jaworski. Queries classification using machine learning for implementation in intelligent manufacturing // Chapter 6 in Monograph «Methods and tools in CAD – selected issues». – Białystok (Poland): Publishing House of Białystok University of Technology. – 2021. – PP. 63-74.
5. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demska, N., Kolesnyk, K., & Miliutina, O. (2022, September). Object Recognition for a Humanoid Robot Based on a Microcontroller. In 2022 IEEE XVIII International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH) PP. 61-64. DOI: 10.1109/MEMSTECH55132.2022.10002906
6. Моделі та методи кіберфізичних виробничих систем в концепції Industry 4.0 : монографія / І. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, А. О. Андрусевич, С. С. Максимова ; – Oktan Print – Prague. 2023. – 321 с.
7. Yevsieiev, V., Maksymova, S., & Starodubcev, N. (2023). An Automatic Assembly SMT Production Line Operation Technological Process Simulation Model Development. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 2(2), 1–9. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20230202.01>

**Науковий керівник:** Баданюк Ігор Олександрович, аспірант кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.